GUNTHER S. STENT

LAS PARADOJAS DEL PROGRESO

BIBLIOTECA CIENTIFICA SALVAT

GUNTHER S. STENT

LAS PARADOJAS DEL PROGRESO

SALVAT

Versión española de la obra original norteamericana
Paradoxes of progress de G. S. Stent
Traducción: R. Giráldez Ceballos-Escalera

Edición digital: Sargont (2018)

ISBN 84-345-8246-5 Obra completa
ISBN 84-345-8419-0
Depósito legal NA-647-1987
Publicado por Salvat Editores, S.A. - Mallorca, 41 -49 – Barcelona
Impreso por Gráficas Estella. Estella (Navarra)
Printed in Spain

A Claire y Gabi,
Ronnie y Bob.

Lass die Moleküle rasen,
Was sie auch zusammenknobeln!
Lass das Tüfteln, lass das Hobeln,
Heilig halte die Ekstasen!

(¡Olvida la rotación molecular,
Cualquiera que sea su creación al azar!
¡Deja de perfeccionarte, abandona la cerebración,
Da éxtasis a tu veneración!)

CHRISTIAN MORGENSTERN, *Galgenlieder*, 1912

INDICE GENERAL

PREFACIO

Constituye esta obra una colección de once ensayos sobre el impacto social y filosófico de la ciencia —particularmente de las dos disciplinas de la ciencia de la vida, Genética molecular y Neurobiología, disciplinas que he enseñado y sobre las que he investigado durante los últimos treinta años. En los tres primeros ensayos trato de mostrar por qué el progreso, esa bicentenaria característica prominente de la condición humana (en Occidente), a la que la ciencia ha contribuido en tan gran manera, está acercándose a su final. En apoyo de esta conclusión apocalíptica llamo la atención sobre varias contradicciones internas —psicológicas, materiales y cognoscitivas— que hacen que el progreso sea autolimitado. En los cuatro ensayos siguientes hago algunas consideraciones que pueden derivarse de la historia, relativamente breve, de la Biología molecular —coincidente en el tiempo con mi propia carrera científica— sobre los problemas planteados por la sociología de la ciencia, la naturaleza de la creatividad en el arte y en la ciencia, y la relación entre ciencia y ética. Finalmente, en los cuatro últimos ensayos considero los dilemas y las paradojas que se encuentran en el intento de dar una explicación científica de la naturaleza del hombre. En este punto, llamo la atención sobre los obstáculos técnicos e intelectuales que subyacen en la comprensión del cerebro y de los procesos que gobiernan el desarrollo humano, desde el huevo al adulto. Indico también los límites epistemológicos fundamentales que nos impiden llegar a una decisión, desde el punto de vista científico, precisamente sobre las características del *Homo sapiens,* tales como la personalidad moral responsable, que hacen que nuestra especie sea peculiarmente humana.

Los tres primeros ensayos fueron publicados previamente como capítulos de mi libro anterior, *La llegada de la Edad de Oro (The Corning of the Golden Age),* y los restantes aparecieron originalmente como artículos sueltos en varias revistas profesionales. Con objeto de enlazar estos ensayos en una narración más o menos continua, he alterado un poco sus textos.

Doy las gracias una vez más a JACK DUNITZ, NIELS JERNE, BENOIT MANDELBROT, y RONALD STENT, cuyo estimulante papel de adversarios intelectuales y cuyas críticas constructivas, agradecí ya en el prefacio de *La llegada de la Edad de Oro.* Además, expreso ahora mi agradecimiento

a DAVID HUBEL, GEORGES KOWALSKI, ALLEN WHEELIS y TORSTEN WIESEL, cuyas ideas y sugerencias fueron cruciales para la génesis de los ensayos más recientes. Por último, hago patente mi reconocimiento como siempre, a MARGERY HOOGS por su asistencia editorial y su estilísticamente infalible lápiz rojo.

GUNTHER S. STENT.



La Edad de Oro, por Lucas Cranach. (Munich, Alte Pinakothek. Con permiso de Bayer, Staatsgemäldesammlungen.)

PROLOGO: LA LLEGADA DE LA EDAD DE ORO

Las discusiones filosóficas y sociopolíticas que en estos últimos años han ocupado cada vez más espacio en las páginas de esos primerísimos bastiones de la ciencia, que son las revistas *Science* y *Nature* presagian que la historia de la ciencia posterior al Renacimiento —corta si se mide en tiempo sideral, pero inmensa si se mide con el rasero del cambio secular— está llegando a su irónico desenlace. Contrariamente a lo esperado, resulta que el aumento de nuestro conocimiento sobre la Naturaleza no ha hecho nada fácil el tomar decisiones racionales acerca del destino del hombre. En lugar de eso, mientras que las consecuencias tecnológicas del progreso científico han dado lugar a que la toma de dichas decisiones sea aún más acuciante, y sus efectos importantes en grado sumo, las consecuencias intelectuales del progreso científico nos han hecho caer en la cuenta de la dificultad, si no la imposibilidad, de prever a largo plazo los resultados de nuestras acciones, haciendo tambalearse, al mismo tiempo, las bases sobre las que podemos establecer el juicio de su valor. ¿Qué debe hacerse? ¿Hacia dónde nos dirigimos?

En su discurso presidencial de 1969 ante la Asociación Británica para el Avance de la Ciencia, titulado «Efectuando todas las cosas posibles», Sir Peter Medawar, entonces director del British National Institute for Medical Research y primera figura entre sus contemporáneos científico-filósofos por su combinación de autoridad científica, erudición y talento literario, revisó este problemático panorama. El propósito explícito del discurso de Medawar fue «el de indicar ciertos paralelismos entre la condición filosófica o espiritual de los intelectuales en el siglo XVII y el mundo contemporáneo, y preguntarse por qué el gran renacimiento filosófico que trajo el confort y una nueva forma de entender las cosas a nuestros antecesores ha perdido, aparentemente, su poder de alegrarnos y tranquilizarnos». Medawar opina que ambas épocas —la primera mitad del siglo XVII y la segunda mitad del siglo XX— «vienen determinadas, no por un sistema característico de creencias... sino por un proceso muy semejante de falta de creencias; por el vacío que queda al darse cuenta de que las viejas doctrinas no bastan y no se han encontrado aún otras que las sustituyan...

En la primera mitad del siglo XVII, la idea del mundo esencialmente medieval de la Inglaterra isabelina perdió su poder de satisfacer y proporcionar confort, del mismo modo que en nuestros días el materialismo radical asociado a la época victoriana parece bastante inadecuado para remediar nuestros males.»

Entonces, la literatura tenía, lo mismo que ahora, un tinte de introversión y un profundo interés en la salvación y en el esclarecimiento de la autenticidad personales. Entonces, la gente se sentía, al igual que hoy, agobiada por un sentimiento de decadencia y frustración. Entonces se abrigaba también un sentimiento de duda sobre la capacidad del hombre. Entonces, los hombres inteligentes e instruidos formulaban, como lo hacen ahora, síntesis confortables y místicas fluctuantes entre la ciencia y la religión, debido a la falta de raíces o a la ambivalencia de su pensamiento filosófico. Pero esos gritos de desesperanza no eran entonces, como no lo son en la actualidad, necesariamente auténtico; tendían, como de nuevo tienden ahora, a ser una afectación de la melancolía, una postura que, simplemente, está de moda.

¿Cómo abandonaron los ingleses sus costumbres jacobinas? Al tener el primer atisbo de un nuevo, hasta entonces desconocido, concepto cosmológico: la idea de progreso. Este optimismo surgió, opinaba Medawar, de la «creencia de que no había un límite aparente para la inventiva y el ingenio del hombre. Era la noción de un perpetuo plus ultra, de que lo que ya se conocía era sólo una pequeña fracción de lo que quedaba por descubrir, por lo que siempre habría algo más allá».

Así pues, ¿qué es lo que estaba equivocado? ¿Cuál es la causa de la repentina difusión de la idea de que el progreso ha sido un fallo, de que toda esa inventiva, todo ese ingenio, todos esos descubrimientos han alumbrado ese monstruo, la tecnología moderna, que produce nuevos instrumentos de guerra y pisotea la Naturaleza? ¿Cómo vamos a abandonar las costumbres de nuestra era espacial? Dándonos cuenta, de acuerdo con Medawar, de que toda esa melancolía es artificial, ya que, está basada en una valoración superficial de la condición humana, y haciendo caso, como hicieron los jacobinos, al paladín de la esperanza, Francis Bacon, quien alabó «la virtud y la dignidad del conocimiento científico y su poder para convertir el mundo en un sitio más agradable para vivir». Por tanto, ¡tened confianza, hombres! Al fin y al cabo, la historia de la Humanidad apenas

está empezando; solamente durante los últimos quinientos años, más o menos, de sus quinientos mil años de existencia, los seres humanos han empezado a ser un éxito desde el punto de vista biológico. Medawar reconoce que «no puede apuntar una única y definitiva solución a ninguno de los problemas a los que estamos enfrentados —políticos, económicos, sociales o morales—. Pero aún somos pioneros, y es por esa razón por la que podemos tener esperanza en mejorar. Mofarse de la esperanza en el progreso es la mayor fatuidad, la última palabra en pobreza de espíritu y flaqueza mental».

En el mismo año en el que Medawar pronunció su homilía, yo escribí un tratado de signo contrario titulado «La llegada de la Edad de Oro: una visión del final del Progreso», en el que llegué a unas conclusiones diametralmente opuestas a las de Medawar, y del cual se han reimpreso tres capítulos en la primera parte de la presente colección de ensayos. En lugar de pensar que «mofarse de la esperanza en el progreso es la mayor fatuidad» y declarar que lo que era bueno para los jacobinos lo es también para nosotros, concluí que el progreso está, verdaderamente, acercándose a su final en nuestros días. Según eso, la fe desvaída en el progreso sería el reflejo de una valoración acertada de la situación real, más que «pobreza de espíritu y flaqueza mental». La razón principal por la que llegué a esta conclusión fue que el progreso encierra varías contradicciones internas —psicológicas, materiales y epistemológicas— que le hacen autolimitado. Así pues, en contra de la afirmación de Medawar de que no hay «límite intrínseco a nuestra habilidad de plantearnos preguntas que pertenecen al dominio del conocimiento natural y que, por tanto, caen dentro de la agenda de la curiosidad científica», yo mantuve que existen realmente algunas cosas fundamentales en esa agenda que deben ser suprimidas. Como traté de mostrar, nuestro intelecto ha eludido, hasta ahora, una gran parte del conocimiento que aún nos falta sobre los asuntos humanos, y no porque seamos aún pioneros con la esperanza de mejorar, sino porque pertenecen a fenómenos cuyas conexiones causales propuestas por nuestra imaginación no son susceptibles de validación.

La tesis principal de mi libro fue la de que estamos entrando en una Edad de Oro, con cuya llegada las artes y las ciencias habrán alcanzado el final de su largo camino. La Edad de Oro a que me referí es la de la mitología griega, narrada por Hesíodo en el siglo VIII a.C. Según este mito, la presente, y sin duda miserable Edad del Hierro, no es sino el quinto estadio

tras una serie de ellos, cada vez más deteriorados, siendo el primero la Edad de Oro. En aquella Edad de Oro, una raza dorada de hombres mortales poblaba la Tierra, hombres que «vivían como dioses, sin pena en el corazón, libres de trabajos y ajenos a las fatigas; en ellos no había nada de miserable, sus brazos y piernas jamás desfallecían, haciendo alegres fiestas lejos del alcance de las desgracias. Cuando morían era como si fueran vencidos por el sueño, y tenían todas las cosas buenas; la tierra feraz les proporcionaba abundantes frutos sin extinguirse. Vivían en paz y felicidad en sus tierras, entre muchas otras cosas buenas, ricos en ganados y queridos por sus adorados dioses». Esta Edad de Oro, según Hesíodo, llegó a su final cuando Pandora levantó la tapa de su caja y dejó que salieran y se esparcieran las desgracias anteriormente desconocidas. La Edad de Oro fue sucedida entonces por las Edades de Plata, Bronce y Heroica, cada una de ellas peor que sus predecesoras, y, finalmente, por nuestra Edad de Hierro. En esta Edad de Hierro, los hombres «nunca dejan de trabajar y penar durante el día, así como de estar en peligro por la noche; y los dioses dejan caer penosas desgracias sobre ellos».

El propósito de mi ensayo fue el de mostrar que la visión de la historia de los antiguos estaba equivocada, en cuanto a que la Edad de Oro no es el estadio inicial de la Historia, sino el último, siendo necesariamente la sucesora, en lugar de la antecesora, de la Edad de Hierro. Traté de mostrar que los signos infalibles del advenimiento de la Edad de Oro, con todo lo que auguran, están ya entre nosotros, por lo menos en las naciones industrialmente avanzadas. Sin embargo, dudaría de que Hesíodo, o cualquier otro de esa legión de escritores que han añorado paraísos perdidos desde entonces, encontrase esa Edad de Oro muy a su gusto.

Mi argumentación general seguía unas líneas más o menos hegelianas (o hasta donde yo sé, marxistas). Traté de mostrar que las contradicciones internas —tesis y antítesis—, dentro del progreso, el arte, la ciencia y otros fenómenos importantes para la condición humana hacen que esos procesos sean autolimitados; que esos procesos están alcanzando sus límites en nuestro tiempo y que todos ellos conducen a un final, en gran síntesis, la Edad de Oro. A primera vista podría parecer que el hallazgo de que el progreso en general, y la actividad creativa en particular estén alcanzando su final en nuestros días, reflejara una visión hondamente pesimista del futuro, un producto típico de la *Weltschmerz* era atómica. Sin embargo, con una segunda mirada quedaría claro que mis conclusiones fueron, en

todo caso, optimistas, ya que mostré que justamente en el momento de la historia en el que las posibilidades de progreso futuro y de creatividad se están consumiendo, las consecuencias seculares del anterior progreso han dado lugar a una psique humana que está perfectamente adaptada a esta condición enteramente nueva. Así, pues, esta visión está en armonía con los preceptos del doctor Pangloss, de Voltaire, ya que, ¿en qué lugar podría haber ocurrido una feliz coincidencia tan asombrosa sino en el mejor de los mundos posibles?

La llegada de la Edad de Oro no recibió una gran atención por parte de la crítica. Sólo fue analizada por unos pocos amigos y colegas, como Jerome Lettvin, Rollin Hotchkiss y Max Delbrück, alabada en un párrafo anónimo en *The New Yorker*, y revisada por un estudiante del M.I.T. en una sección para estudiantes de segundo año en *The Nation*. A la vista de esta falta general de atención, me gustó descubrir que en su número del 3 de noviembre de 1971, la publicación moscovita *Literaturnaya Gazeta*, que alcanza la mayor tirada entre las revistas semanales literarias de todo el mundo, publicó una crítica de mi libro por V. Kelle, miembro del Instituto de Filosofía de la Academia de Ciencias de la Unión Soviética, bajo el baconiano título de «El camino hacia el conocimiento no tiene final». Kelle escribió que «según G. Stent, la ciencia está llegando a su final porque el "provecho intelectual" que aporta está decreciendo; por eso la sociedad pierde su interés y deja de financiar económicamente la ciencia. Es muy significativo el hecho de que G. Stent relacione esta llegada al final del progreso científico con la transformación de esta sociedad por otra en la que el interés por la ciencia no estará ya completamente determinado por los intereses económicos. Con esto, G. Stent admite que el capitalismo considera la ciencia sólo desde el punto de vista de la utilidad, viéndola meramente como algo de lo que se puede sacar provecho.» Aunque, según Kelle, «No sólo G. Stent, sino muchos otros científicos occidentales se dan cuenta de la camisa de fuerza en la que, para su provecho, la economía capitalista ha estrujado a la moderna revolución científica, es una pena que no muchos de ellos puedan sacar las conclusiones sociopolíticas correctas de esta comprensión». Por ejemplo, G. Stent comete el error de inferir la existencia de barreras intrínsecas al crecimiento del conocimiento debido a un agotamiento final del sujeto y a las limitaciones de la mente humana, porque no comprende que, según la filosofía marxista, el aprendizaje no

se mueve en círculos, sino en espirales. Si G. Stent no fuera tan desconocedor de la visión materialista-dialéctica, sabría que «es precisamente la contradicción entre las fronteras del conocimiento en cada estadio del desarrollo histórico y las posibilidades ilimitadas de conocimiento en general lo que mueve a la ciencia. Esta contradicción, que, al final, siempre da lugar a un avance científico, ocurre una y otra vez. Aunque las ciencias van y vienen, la ciencia es eterna».

De todas formas, Kelle encuentra que mi discusión sobre el final del progreso es más interesante desde el punto de vista psicológico que desde el filosófico. «Lo que es importante aquí es la disposición de ánimo del propio autor. ¿Qué produjo esa disposición, esa forma de percepción?» La respuesta es obvia: «las condiciones de vida, los sentimientos de la sociedad en la que vive». ¿Cómo surgieron esos sentimientos? «Después de la guerra, un espíritu pesimista caracterizó a la sociedad americana. Con el tiempo, sin embargo, esa sociedad burguesa comprendió que no puede desarrollarse sin ideales, y que si no se los ofrece a la joven generación será difícil sujetarla dentro del necesario sistema social.» Por eso, según Kelle, para mantener a raya a la juventud se urdió el ideal de la sociedad postindustrial, que trata de hacer creer que los Estados Unidos y otros países capitalistas desarrollados han alcanzado el último peldaño de la escala hacia el progreso social. Este concepto completamente burgués «asignó una posición dirigente a la ciencia y a la élite intelectual relacionada con ella. Según este punto de vista, lo que hace avanzar a la Humanidad resuelve los problemas molestos y da mayor salud a la sociedad no es el movimiento revolucionario de las masas, sino el cumplimiento de las decisiones técnicas de los especialistas actuando dentro de un sistema de organización racional». Naturalmente, como podía haber previsto cualquier filósofo marxista, este falso ideal de progreso por medio de la llamada sociedad postindustrial no satisfizo las necesidades de la sociedad burguesa. ¿Por qué? Porque «la burguesía se asusta de la rapidez del desarrollo socioeconómico moderno y se pierde frente a las perspectivas del futuro. Ve la rueda de la Historia girando cada vez más deprisa pero no puede ver hacia dónde se dirige. ¿A qué nos conducirá todo este progreso? ¿No estará acercándose un punto crítico en el que todo estalle? Es este miedo hacia el futuro el que ha creado el pensamiento anhelante: ¿No sería mejor que el desarrollo de la ciencia, y, por tanto, de la economía, empezase a declinar

gradualmente? Este es el sustrato social en el que crecen ideas como las de G. Stent».

En contraste con la apreciación de Kelle de que mis puntos de vista sobre las limitaciones intrínsecas del progreso científico son un pensamiento anhelante y, por tanto, son *optimistas* dentro del contexto de miedo al futuro que tiene el sustrato social en el que vivo, en otro comentario que ha sido publicado sobre mi libro, un biólogo tan burgués como yo, Bentley Glass, los apreció como «visiones pesimistas sobre el futuro del hombre». En su discurso presidencial de 1971 para la Asociación Americana para el progreso de la Ciencia, «Ciencia: ¿horizontes sin límite o Edad de Oro?», Glass considera la posibilidad de que existan limitaciones al conocimiento científico. La pregunta del título de Glass es una composición de los títulos del libro *Horizontes sin límite,* de Vannevar Bush, y del mío, elegidos como los más representativos de extremos opuestos «en el espectro de creencias sobre el futuro de la ciencia —uno de ellos, la visión del conocimiento expandiéndose sin límites; el otro, la visión de que el conocimiento científico, como nuestro universo, debe de ser finito, y de que las leyes más importantes de la Naturaleza se habrán descubierto dentro de poco tiempo». ¿Qué habría dicho Kelle sobre *Horizontes sin límite,* escrito en el período inmediatamente posterior a la guerra por un viejo estadista americano de la Ciencia? Bush cree, como lo hace Kelle, que no hay ningún final a la vista en el camino del conocimiento. Pero Bush declaró que es una élite intelectual de hombres de rara visión —los «creadores»— y no el movimiento de las masas lo que convertirá una larga e indefinida sucesión de avances científicos en progreso social. ¡Ajá! Enterados por Kelle de esos errores de concepto burgueses, no tenemos inconveniente en identificar a Bush como uno de los creadores del mito de la sociedad post-industrial, inventado durante los años pesimistas de la posguerra para mantener a raya a la juventud americana. Por tanto, desde el punto de vista del materialismo dialéctico, *Horizontes sin límite* y *La llegada de la Edad de Oro* son diametralmente opuestos sólo superficialmente: en el fondo, ambos representan la misma clase de pensamiento anhelante burgués, propagado para evitar el inevitable colapso de la sociedad capitalista.

De hecho, Glass también percibe que, *au fond,* las ideas de Bush sobre los límites del progreso y las mías no son tan diferentes. Como muestra Glass, la idea de Bush sobre la ciencia no era realmente la de un almacén infinitamente grande de conocimiento descubrible, sino, más bien, la de

un edificio estructurado de extensión finita. Siendo éste el caso, pregunta Glass: ¿No podemos suponer que la metáfora de los *Horizontes sin límite*, de Bush, «implica meramente el que, desde nuestro punto de vista actual, queda tanto por descubrir que los horizontes parecen virtualmente sin límites»? Entonces, «con cada nuevo fenómeno descubierto y explorado, con cada nueva ley confirmada, nos estamos acercando a los límites finitos del conocimiento científico. En este caso, es menos importante darse cuenta de las barreras absolutas del conocimiento en el momento actual, que examinar la velocidad a la que, en los últimos ciento cincuenta años, nuestro conocimiento científico se ha ido expandiendo». El hecho de que esta velocidad se haya ido incrementando exponencialmente, y, por tanto, que el acercamiento a los límites se ha ido acelerando, es una de las afirmaciones de *La llegada de la Edad de Oro.*

Creo que se puede decir de forma imparcial que desde finales de los años sesenta, la fe baconiana en el progreso a través de la ciencia, con sus horizontes sin límite, ha tenido un nuevo retroceso. Por ejemplo, el gran interés y popularidad que han tenido los más recientes escritos antiprogreso, como *The Limits to Grow'th: A report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*, de Meadows, y *The Making of the Counter Culture: Reflections of the Technocratic Society and Its Youthful Opposition* y *Where the Wasteland Ends: Politics and Transcendence in Postindustrial Society*, de Roszak, reflejan este cambio de clima espiritual, del mismo modo que las inconcebibles peticiones, por parte de importantes sectores de la sociedad burguesa, para el abandono de la construcción de autopistas, puentes, pantanos, centrales eléctricas y proyectos de desarrollo de aviones supersónicos. (A pesar de la dialéctica de Kelle, estos sentimientos antiprogresistas parecen estar creciendo ya en el sustrato social de la Unión Soviética, por lo que, evidentemente, pueden surgir también del movimiento revolucionario de las masas.)

El reciente desarrollo de mi propia especialidad profesional, la Genética molecular, a cuya ascensión y caída dediqué una gran parte de *La llegada de la Edad de Oro,* ha ofrecido uno de los indicadores más dramáticos de esta pérdida creciente de la voluntad de «efectuar todas las cosas posibles». Los grandes avances que se alcanzaron al final de la década de los sesenta para entender los procesos hereditarios dieron lugar al desarrollo actual de una tecnología, la «ingeniería genética», que lleva consigo la producción de enormes beneficios para la agricultura, la medicina y otros

campos que afectan al bienestar humano. En esta línea, Bentley Glass cerró su discurso presidencial de 1971 expresando su esperanza de una mejora futura de las características fisiológicas y psicológicas de la Humanidad mediante una modificación juiciosa del material hereditario humano. Pero en 1975, justamente, cuando la manipulación química directa del material hereditario se había convertido en una posibilidad práctica, los principales científicos responsables de este desarrollo celebraron una conferencia internacional, a la que se dio una gran publicidad, para dar una voz de alarma sobre los peligros inherentes a su trabajo. Así pues, apareció la situación paradójica, sin precedentes en los anales de la ciencia moderna, de que las propias personas que habían trabajado tan duramente para producir un avance en la investigación científica empezaron, de pronto, a verse a sí mismos como potenciales aprendices de brujo, incapaces de controlar los agentes que ellos mismos crearon, en el preciso momento en el que las investigaciones parecían al fin dar sus importantísimos resultados. Casi de la noche a la mañana, la imagen pública de la ingeniería genética cambió desde considerársela como potencial benefactora de la Humanidad a ser un proyecto siniestro de científicos locos que pretenden arriesgar el bienestar de la Humanidad por satisfacer su curiosidad malsana. En 1976, me imagino que Bentley Glass se lo hubiera pensado dos veces antes de formular ese tipo de recomendaciones genéticas sobre el futuro del hombre que parecían perfectamente razonables sólo cinco años antes.

Así pues, en vista de que el subsecuente curso de los acontecimientos confirmó la validez esencial de los pronósticos que hice en *La llegada de la Edad de Oro*, traté de desarrollar de nuevo mis ideas anteriores en los aspectos social y filosófico de la ciencia y su futuro. Aunque creo que, básicamente, mis puntos de vista sobre esas materias apenas han cambiado desde el final de los años sesenta, mi foco de atención ha variado algo, por varias razones. En primer lugar, abandoné la Genética molecular, mi primer campo de especialización, y, al igual que otros veteranos del período romántico de la Genética molecular, me puse a trabajar como neurobiólogo. En segundo lugar, me di cuenta de la importancia del enfoque estructuralista del hombre desde disciplinas tales como la Psicología, la Antropología y la Lingüística. En tercer lugar, caí en la cuenta de que las paradojas epistemológicas que ya había visto que constituían limitaciones para el progreso científico tienen su paralelismo en el campo de la ética, y que el enorme incremento producido recientemente en el control del hombre

sobre la Naturaleza ha sacado a la luz la mayor parte de esas contradicciones, hasta ahora ocultas. Por último, me familiaricé con la Historia de la Filosofía y la Ciencia chinas, y me di cuenta de que la «sabiduría oriental» no es más que un intento de resolver esas contradicciones mediante la reestructuración del conjunto de las voluntades humanas. De acuerdo con esto, los temas de Neurobiología y estructuralismo, las paradojas éticas y epistemológicas, y el taoísmo y el confucianismo se repiten, fugazmente, a lo largo de los ensayos que forman el resto de este libro.

Por desgracia, esta narración no está cerrada; no acaba con un mensaje sugerente, tampoco propone una línea de acción eudemonista para la salvación de la Humanidad. Como *La llegada de la Edad de Oro* no hace más que reiterar la intuición transmitida desde el autor del *Libro del Génesis*, vía Soren Kierkegaard y Friedrich Nietzsche, aunque reprimida por los visionarios de la utopía, desde Tomás Moro y Bacon hasta Marx, de que la existencia problemática del hombre surge de su naturaleza paradójica; mitad bestia, mitad divino. El *Homo sapiens* puede volver al Paraíso, pero no el hombre.

BIBLIOGRAFIA

BARI, G.: «AN END TO PROGRESS», *THE NATION*, 19 OCT. 1970, PÁG. 380.

BUSH, V.: *Endless Horizons*, Public Affairs Press, Washington D.C., 1946.

DEI.BRÜCK, M. y R. E. DICKERSON: «A Double Review», *Engineering and Science*, 33, 53-55(1970).

GLASS, B.: «Science: Endless Horizons or Golden Age?», *Science*, 171. 23-29 (1971).

HESÍODO: *LOS trabajos y los días*.

HOTCHKISS, R.: «Almost There», *Science*, 169, 664-666(1970).

LETTVIN, J.: «The Rise and Fall of Progress», *Natural History*, mar. 1970, págs. 80-82.

MEADOWS, DONELLA, H., D. L. MEADOWS, J. RANDERS y W. W. BEHRENS, III.: *The Limits to Growth* (A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind). Universe Brooks, Nueva York, 1972.

MEDAWAR, Sir PETER. «On "The Effecting of All Things Possible"», *The Advancement of Science*, 26, 1-9 (1969-1970).

The New Yorker, 18 abr. 1970, pág. 168.

ROSZAK, T.: *The Making of a Counter Culture:* Reflections on the Technocratic Society and Its Youthful Opposition, Doubleday, Garden City, 1969.

ROSZAK, T.: *Where the Wasteland Ends:* Politics and Transcendence in Postindustrial Society, Doubleday, Garden City, 1969.

STENT, G. S.: *The Corning of the Golden Age:* A View of the End of Progress, The Natural History Press, Garden City, 1969.

PRIMERA PARTE

LA ASCENSION Y CAIDA DEL HOMBRE FAUSTICO



El Dr. Fausto en su estudio, por Rembrandt. (Con permiso de The Bettman Archive, Inc.)

1. EL FINAL DEL PROGRESO (1969)

A principios de la década de los cincuenta, los *beatniks* hicieron su súbita aparición en el distrito de North Beach, de San Francisco. A primera vista, este fenómeno parecía ser una protesta en contra de los estándares contemporáneos de la clase media americana. Desaseados jóvenes de ambos sexos, calzados con sandalias, se amontonaron en la avenida Upper Grant para llevar lo que parecía ser una vida disoluta, en flagrante negación de los verdaderos valores del sano ambiente en el que esos chicos habían crecido. Las barbas y el pelo largo de los jóvenes les hacían destacar de los limpios y afeitados muchachos de pelo corto, típicamente americanos, aunque cien años antes sus hábitos de tonsura habrían hecho encajar perfectamente a los *beatniks* con la escena de North Beach de los pioneros del cuarenta y nueve. Lo mismo podía decirse sobre la negación de la barra de labios y el desaseo de las mujeres frente al esplendor cosmético de las chicas típicamente americanas. La actitud del público hacia los *beatniks* fue o bien una reaccionaria hostilidad, debida a la falta de comprensión, o bien una tolerancia liberal y divertida, basada en el entendimiento de que la protesta contra la autoridad y vigilancia familiares pueden ser una cosa natural y quizá incluso saludable. En cualquier caso, la mayor parte de la gente creía que en cuanto esos aberrantes jóvenes llegasen a la madurez se corregirían y se dedicarían a trabajar para medrar en la vida. Como aparente confirmación de este pronóstico, los *beatniks* habían desaparecido de North Beach hacia los años sesenta, años en los que sus guaridas primitivas fueron ocupadas por restaurantes y tiendas de regalos que abastecían a los turistas y demás ciudadanos solventes. Así pues, dio la impresión de que los *beatniks* no habían sido más que una variedad de bohemios, de los que parecen ir y venir como un curioso fenómeno marginal a la corriente principal de la evolución social y cultural. Sin embargo, como muestra la Historia, es un error menospreciar a la bohemia tan a la ligera. Retrospectivamente, los bohemios de Europa y América parecen haber sido reclutados entre los jóvenes más sensibles y brillantes de su generación. Los bohemios se dieron cuenta antes y más claramente que sus menos perceptivos contemporáneos de las contradicciones de su entorno, y adoptaron soluciones radicales a las paradojas de los hechos y

las costumbres establecidas que los enfrentaron hasta el colmo con los adultos. Contrariamente a la visión simplista, por lo general, los bohemios no han abandonado en absoluto sus actitudes y gustos radicales al alcanzar la madurez y su consiguiente integración en la sociedad. En lugar de eso, ha sido la sociedad la que en ese tiempo, ha cambiado y ha venido a asimilar lo que en otra época fueron nociones trasnochadas. Visto desde este ángulo, los bohemios representan una vanguardia cuyas actuales costumbres radicales pueden servir como programa de las futuras costumbres convencionales del *Establishment.* Por ejemplo, una mirada retrospectiva a los primeros bohemios de Montmartre del siglo XIX muestra que sus gustos artísticos y sus normas de comportamiento personal —tan *épatant* a sus contemporáneos burgueses— llegaron a ser valores aceptados por la clase media en la Europa posterior a la primera guerra mundial. Otro ejemplo es el de la bohemia americana de Greenwich Village, posterior a la primera guerra mundial. Allí estaba reunida la juventud que se sentía asqueada de ese darwinismo social, de que el pez grande se come al chico, consustancial al capitalismo americano, así como de la vulgaridad banal de sus gustos estéticos. Las ideas apolíticas de Greenwich Village, así como el rechazo del omnipotente dólar como el alfa y el omega de la bondad, vinieron a ser valores aceptados por el *Establishment* americano posterior a la segunda guerra mundial. Los veteranos de Greenwich Village no necesitaron adaptarse a la sociedad al alcanzar la madurez; para entonces, la sociedad ya se había adaptado a sus costumbres. Por eso, hubiera sido interesante examinar la filosofía de los *beatniks* en los años cincuenta, si uno hubiera querido prever lo que iba a ser la América metropolitana de los años sesenta.

La filosofía *beat* representa un apartamiento bastante radical de las actitudes occidentales post-renacentistas, aunque parece convencional desde el punto de vista del pensamiento oriental. Renuncia tanto al uso de la razón como a la lucha por el éxito mundano que se piensa son irrelevantes, o que incluso son obstáculos para la vida auténtica. Esto es, la filosofía *beat* asegura que los sentimientos y las experiencias sensoriales inmediatas deben tener preferencia sobre los pensamientos cerebrales, y que la realización del «yo» debe buscarse mediante acciones dirigidas hacia uno mismo y no hacia el exterior. Hacia los años sesenta se perdió de vista a los *beatniks*, no porque desaparecieran realmente, sino porque sus actitudes y su estilo llegaron a ser algo trivial en las áreas metropolitanas de las

costas Este y Oeste. Ya nadie se vuelve a mirar una barba o unas sandalias. Mientras tanto, la filosofía *beat* atravesó la bahía de San Francisco y se matriculó en la Universidad de California, en Berkeley, aunque este hecho pasó inadvertido a la administración de entonces. Fue el Free Speech Movement el que llamó la atención sobre el profundo cambio que había tenido lugar en el seno del cuerpo estudiantil de Berkeley. Tal como decía el informe Muscatine, del Senado académico de la Universidad, un número cada vez mayor de los mejores estudiantes no parecen ya estar «orientados académicamente» o «dedicados a su carrera y... no se hacen cargo de las oportunidades que les brinda la Universidad para que se eduquen con vistas a una vida de trabajo y avance en sus respectivos campos de acción». Ha surgido un grupo de estudiantes «inconformistas», en los que «su aspecto más prominente... es el rechazo absoluto de muchos aspectos de la América actual». Estos estudiantes creían que los americanos «que afirman ser morales son realmente inmorales, y los que afirman ser sanos son verdaderamente malsanos... Estas formas de rechazo de la sociedad en la vida privada de uno mismo son el resultado del anterior modelo *beat*, o generación no comprometida». Pero el aspecto verdaderamente radical de la nueva mentalidad estudiantil no era la superficial, y de ningún modo nueva actitud de la protesta contra la sociedad, sino su base antirracional subyacente. Ya que «los estudiantes que mantienen la creencia de que el sentimiento es un camino más seguro hacia la verdad que la razón no pueden apreciar el compromiso de la Universidad con la investigación racional».

Trataré ahora de introducirme en los orígenes de esos aspectos gemelos, centrales en la filosofía *beat*, el antirracionalismo y el antiéxito, que se han venido manifestando entre los estudiantes de Berkeley. Debería quedar claro desde el principio que el antiéxito va más allá de una oposición a la lucha enconada por una recompensa material —hacia el final de los años cincuenta esta clase de éxito estaba ya desprestigiada, incluso en la recta sociedad no *beat*—, ya que se extiende a todas y cada una de las realizaciones del mundo exterior. En consecuencia, los escritores de la filosofía *beat* que publicaron estas ideas —por ejemplo, Kerouac, Ginsberg y Mailer— no pudieron ser auténticos *beats* porque un literato *beat* es una contradicción en sus términos. Esta misma contradicción se encuentra en el budismo Zen, con el que la filosofía *beat* tiene grandes afinidades. Los

maestros del Zen afirman que nadie puede haber entendido realmente el Zen si ha intentado denodadamente escribir sobre él.

El informe Muscatine hace lo que yo creo que es una correcta identificación de la fuente de la que surge la actitud *beat* entre la generación posterior a la segunda guerra mundial: la sociedad opulenta. El crecimiento en una sociedad en la que la pobreza y la necesidad han sido desterradas engendra una psique *beat*, en la que la lucha por el éxito está totalmente ausente. El éxito es un objetivo inmerso en una infancia pasada en una *ambiance* de gran necesidad e inseguridad económica.

Trataré ahora de justificar esta portentosa deducción en términos del concepto del siglo XIX, bastante pasado de moda, del deseo de poder. Este concepto fue básico dentro de la filosofía de Nietzsche, que lo consideró como la esencia metafísica de la vida misma. Según él, allí donde hay vida hay deseo de poder. Sin embargo, para evitar estas nociones metafísicas trataré del deseo de poder simplemente como un hecho psicológico, es decir, daré por supuesto que en la psique humana existe un deseo de poder sobre los sucesos del mundo exterior. Y, siguiendo a Nietzsche, adoptaré la idea de que la sublimación de ese deseo de poder es el móvil psicológico de toda actividad creativa. Sin duda, el concepto de deseo de poder puede ser formulado de manera más satisfactoria, en términos psicoanalíticos modernos, como una relación dinámica entre el *ego* y. el *id*. Pero creo que para lo que nos proponemos no es necesario examinar a fondo la importancia relativa de los componentes consciente y subconsciente de ese deseo. De cualquier forma, el deseo de poder es, claramente, una de las fuerzas directrices más importantes de nuestro comportamiento dirigido al exterior. Podemos definir ahora el éxito, en su más amplio sentido, como un ejercicio del deseo de poder en el que el «yo» encuentra que los resultados que esperaba de ese ejercicio se obtuvieron realmente. Es decir, el éxito significa la habilidad de manipular los sucesos del mundo exterior de una manera satisfactoria. Estos hallazgos subjetivos en relación con el ejercicio del deseo de poder ejercen un importante *feedback* sobre el «yo», el cual encuentra la realización en términos del éxito de su comportamiento dirigido al exterior.

Trataremos ahora del origen biológico, ontogenético y filo- genético, del deseo de poder, algo que, por supuesto, no tiene nada que ver con el punto de vista metafísico de Nietzsche. Para ello, debemos considerar que el deseo de poder tiene tanto un componente innato, o instintivo, como un

componente recibido o aprendido. Así pues, su origen ontogenético debe buscarse en una interacción entre conceptos inherentes a la estructura del cerebro humano, determinados genéticamente, y nociones experimentales adquiridas después del nacimiento. Es decir, el deseo de tener poder sobre los sucesos del mundo exterior no aparece automáticamente en la infancia; en lugar de eso, la intensidad y la forma particular de su desarrollo dependen de las ideas recibidas del ambiente durante la infancia. Y en lo que concierne a su origen filogenético, el deseo de poder —un atributo peculiar del hombre, cuya aparición debe de haber sido un paso crucial en el proceso de humanización— apareció gracias a la selección natural del comportamiento. Es decir, de acuerdo con la «supervivencia del más adaptado», la selección natural favoreció los genes protohumanos que producen un cerebro en el que el concepto de deseo de poder está latente de una manera innata. Coincidiendo con este proceso, tuvo lugar, también, una selección de los grupos protohumanos que propagaban las ideas necesarias para convertir en abierto el latente deseo de poder. Estos argumentos tienen una afinidad considerable con la teoría de Noam Chomsky sobre el origen de la capacidad lingüística. Chomsky propone que la estructura del cerebro humano encierra dentro de sí una gramática «universal», sobre cuya base se han generado las gramáticas «particulares» de todos los lenguajes naturales, y que, gracias a su conocimiento instintivo, el niño es capaz de dominar lo que, de otra forma, sería la hazaña imposible de reconocer la estructura lógica de las secuencias de palabras habladas por los adultos a su alrededor. Desde este punto de vista, la adquisición del lenguaje es el producto de una interacción entre las ideas particulares recibidas y un sistema de lógica general innato. Este sistema armoniza con esas ideas, precisamente porque, en un principio, dichas ideas fueron generadas por un sistema homólogo.

Hemos tocado aquí un aspecto esencial de la evolución humana. Como el hombre transmite a su descendencia no sólo rasgos genéticos sino también ideas, la selección natural opera sobre él también al nivel paragenético de las ideas y favorece la supervivencia de aquellos grupos que propagan las ideas mejor adaptadas. (Debe destacarse en esta relación que la estabilidad de la transmisión evolutiva de una idea es tanto mayor cuanto más pronto pueda transmitirse dentro de la educación del niño y cuanto mayor sea su componente afectivo.) Así pues, es seguro que la transmisión temprana al niño del deseo de poder de sus padres ha tenido un gran valor

adaptativo para la supervivencia en un ambiente hostil. La estabilidad de esta transmisión queda también asegurada por la incorporación de la idea de deseo de poder dentro de las características sociales que absorbe el niño, por ejemplo, a través de fábulas como «La cigarra y la hormiga», de La Fontaine. Al fomentar el cultivo de atributos tales como la curiosidad, la ambición y la imaginación, el deseo de poder proporcionó al hombre el medio psicológico de ganar ascendiente sobre sus congéneres.

Verdaderamente, las raíces fundamentales del pensamiento racional deben basarse en el deseo de tener poder sobre los sucesos del mundo exterior. La razón estriba en que la noción de interpretar los sucesos de ese mundo postulando conexiones causales debe de haber sido una de las ideas de mayor valor adaptativo en la evolución humana. Aquí, sin embargo, debemos darnos cuenta de un producto autolimitante del pensamiento racional que puede ejercer un *feedback* negativo sobre el deseo de poder: la idea de que los designios de Dios forman parte de esas conexiones causales. Es decir, cuanto mayor sea la intervención divina en los sucesos del mundo exterior, y cuanto menor sea la influencia del deseo de los mortales sobre los deseos de Dios, menores serán las oportunidades de ejercitar el deseo de poder. Creo que la hegemonía gradual de este cortocircuito intelectual fatalista puede haber sido la responsable de la disminución del deseo de poder que parece haber tenido lugar en las civilizaciones teocráticas más antiguas, como Egipto y Bizancio. El que la forma de realización de las tendencias del hombre está, de hecho, sujeta a evolución, y que la alegada constancia de la «naturaleza humana» es una falacia, fue reconocido por Nietzsche y por Herbert Spencer hace más de cien años. Desde entonces los resultados de la Etnología comparada han demostrado ampliamente la existencia de procesos adaptativos humanos al nivel paragenético de las ideas. Y, por seguir insistiendo sobre lo obvio, debe destacarse que la velocidad con la que la adaptación a las ideas puede responder al cambio en las condiciones selectivas es mucho mayor que la que puede alcanzar la adaptación genética. Ya que las ideas pueden ganarse o perderse, así como extenderse por las poblaciones, mucho más fácilmente de lo que pueden hacerlo las secuencias de nucleótidos del ADN que forman los genes.

Con el nacimiento de la Civilización en el Creciente fértil hace diez mil años, se hizo posible la sublimación del ejercicio del deseo de poder en más altas esferas de la actividad creativa, cuya incumbencia no era ya

únicamente la de solucionar el problema de la siguiente comida. Al ejercitar el deseo de poder sublimado, la manipulación de los sucesos externos llegó a ser un fin en sí mismo. Aquí, el «yo» no obtiene ya el éxito sobre la base de la mera gratificación de las necesidades psicológicas, sino que valora hasta qué punto ha conseguido efectuar el cambio deseado en el mundo exterior. Finalmente, esta sublimación llegó a su cima en el arquetipo que Oswald Spengler llamó «hombre fáustico». El deseo de poder sin límites del hombre fáustico hace que se vea a sí mismo como enzarzado en una lucha sin final contra su mundo para allanar obstáculos, conflicto que, para su mente, es la auténtica esencia de la existencia. Así, la metafísica de Nietzsche del deseo de poder es la filosofía del hombre fáustico. Como el hombre fáustico indaga hasta el infinito, no está nunca satisfecho. Su personalidad está dotada de crecimiento continuo, ya que, como nunca encuentra satisfacción en el éxito, el yo fáustico busca sin cesar una nueva realización a través de actividades dirigidas al exterior. En mi exposición adicional adoptaré la caracterización que hace Oswald Spengler del hombre fáustico, epítome del deseo de poder, como el primer impulsor creativo de la Historia.

Obviamente, los diferentes individuos de una misma sociedad están poseídos del deseo de poder en distinta magnitud, diferencias que pueden atribuirse en gran parte a variaciones en la forma y el ambiente de la educación durante la infancia. (Indudablemente, las variaciones congénitas y fisiológicas también tienen que ver en esas diferencias.) Respecto a estas diferencias, Ortega y Gasset dijo que «La división más radical que puede hacerse de la Humanidad es la que considera que está formada por dos clases de criaturas: los que piden mucho de sí mismos, amontonando dificultades y dudas, y los que no piden nada especial de sí mismos, para los cuales vivir es ser en cada momento lo que ya son, sin imponerse ningún esfuerzo hacia la perfección, simples boyas flotando en las olas». Así como los individuos pueden diferir en su intensidad de deseo de poder, las sociedades pueden diferir en la intensidad y forma de estar distribuido este deseo de poder entre sus miembros. Y aquí me parece que uno de los más importantes factores que influyen en esa intensidad es el grado con que el conocimiento de la inseguridad económica forma parte del carácter de cada sociedad. No sé aún cómo justificar por completo esta idea, probablemente marxista, como no sea haciendo la obvia puntualización de que

cuanto mayor sea el grado de inseguridad económica existente, mayor poder sobre los sucesos externos necesitará el individuo para su supervivencia. Así pues, el hecho de que padres y educadores se den cuenta de esta circunstancia hace que la transmisión del deseo de poder sea un factor importante en la educación del niño. Esta actitud se ve reforzada, en la infancia, con la exposición del contenido de las fábulas y los cuentos, todos ellos orientados hacia el éxito, y en la adolescencia mediante el choque con la situación del mundo real. Debemos darnos cuenta, sin embargo, de que de estas consideraciones no se deduce automáticamente que en una sociedad con necesidades generales los hijos de los pobres desarrollan más deseo de poder que los hijos de los ricos. En primer lugar, tanto los hijos de los ricos como los de los pobres absorben el carácter de su sociedad, y, en segundo lugar, algunos ricos llegan a serlo, o siguen siéndolo, debido a que tienen un deseo de poder superior a la media, y, por tanto, desarrollan en sus propios hijos esta cualidad. Por el contrario, podría pensarse que la descendencia derrochadora y disoluta de los ricos surge de la rotura de la transmisión de deseo de poder. En cualquier caso, el valor adaptativo del deseo de poder se vería muy disminuido en un ambiente en el que la inseguridad económica hubiera desaparecido por completo.

Un caso de civilización antigua en el que puede pensarse que el descenso del deseo de poder se engendró por causas económicas, y que tiene un interés muy especial para nosotros, debido a su afinidad con la escena *beat*, es el del florecimiento del budismo Zen en el siglo séptimo T'ang en China. Durante la dinastía T'ang, la China llegó a conocer un grado de estabilidad económica y seguridad interna nunca alcanzado hasta entonces en la historia de la Humanidad. Creo que la aparición, en esas circunstancias, de una filosofía antifáustica que ensalza la realización del «yo» a través de procesos dirigidos hacia el interior, en lugar de hacerlo mediante el poder sobre el mundo exterior, ofrece un fuerte apoyo a la idea de que la inseguridad económica es un importante factor para el mantenimiento del deseo de poder, y, por tanto, para la perpetuación del hombre fáustico. En la sociedad occidental se produjo una decadencia del hombre fáustico en el siglo XIX, ocasionada principalmente por los frutos económicos de la Revolución industrial y por el nacimiento de las democracias liberales en Europa y América. El aumento del grado de seguridad del que se vieron poseedores los ciudadanos de las sociedades burguesas dio lugar al inicio

de una erosión gradual de la intensidad con la que, en la educación del niño, se engendraba el deseo de poder del adulto.

Uno de los primeros signos de este cambio gradual en las motivaciones del hombre occidental fue la decadencia del Romanticismo. Al principio del siglo XIX el Romanticismo había celebrado la apoteosis final del hombre fáustico con los trabajos de Schopenhauer, Goethe y Beethoven. En la última parte del siglo XIX, la noción romántica del «yo» como agente libre que ejercita el deseo de poder sobre obstáculos del mundo exterior, fue dejando su lugar a búsquedas del «yo» dirigidas hacia el interior, tal como se refleja en los trabajos de Kierkegaard y Dostoievsky. Al mismo tiempo, el ideal fáustico del individualismo a ultranza del *laissez faire* capitalista fue dejando, lentamente, el camino abierto al sermón antifáustico del socialismo, bajo el cual el individuo obtiene su identidad principalmente como miembro de una clase y tiene poca libertad aparte de desempeñar su papel en la dialéctica de la lucha de clases. Pero esas antifáusticas ideas políticas y filosóficas de una vanguardia intelectual no fueron más que las primeras golondrinas de una nueva primavera. En cualquier caso, sus autores debían de tener aún una gran cantidad de elemento fáustico en su haber, para haber sido capaces de crear sus trabajos. Después de la primera guerra mundial, la decadencia fáustica se hizo más patente en Europa. El hablar de «decadencia» y de la «decadencia del Oeste» llegó a ser parte del *Zeitgeist* de la *inteligentsia* europea de la entreguerra. Este clima general fue el fértil sustrato en el que crecieron las ideas de Oswald Spengler y Arnold Toynbee sobre la Historia en términos de una inexorable ascensión y caída de las civilizaciones. Pero la vuelta a la inseguridad económica que produjo la Gran Depresión y el retorno a la barbarie que trajo el auge del fascismo —lo que fue, *de facto,* un retroceso para la vida civilizada— borró temporalmente los sentimientos de *Weltschmerz* europeos. Sin embargo, en América, en donde, a pesar del gran nivel de vida, el sentimiento de seguridad económica general fue mucho menos evidente que en Europa, hubo un sentimiento enormemente extendido de decadencia amenazadora después de la primera guerra mundial. Sólo con el final de la Gran Depresión, al final de los años treinta, empezó en América ese periodo de continua prosperidad que culminó en la sociedad opulenta de la postguerra. El *New Deal,* la segunda guerra mundial y los avances tecnológicos hicieron subir el nivel de vida general hasta alturas anteriormente desconocidas, y el espectro de la lucha para la supervivencia económica

se desvaneció. El bienestar económico fue, entonces, un hecho consumado. Este cambio en la situación económica engendró la correspondiente inflexión en el carácter de la sociedad, desinflándose la idea de éxito. Y este cambio en el espíritu social —me parece patente— causó una reducción masiva de deseo de poder en la misma generación que fue educada en este ambiente: la generación *beat.* Pocos años después, la riqueza que siguió a la reconstrucción de la postguerra parece haber dado lugar a una metamorfosis del mismo tipo entre la juventud europea, tanto en el Oeste capitalista como en el Este socialista.

Y aquí podemos darnos cuenta de una de las contradicciones internas del progreso. El progreso depende de las acciones del hombre fáustico, siendo la idea de deseo de poder lo que le motiva. Pero cuando se ha avanzado lo bastante como para proveer de un ambiente de seguridad económica a todo el mundo, el carácter de la sociedad resultante trabaja en contra de la transmisión del deseo de poder en la educación infantil y, por tanto, hace abortar el desarrollo del hombre fáustico. Esta contradicción interna encierra en el progreso un elemento de *feedback* negativo. Un análisis formalmente análogo de estas contradicciones internas fue hecho por Ortega y Gasset. El reconocía al hombre fáustico como el motor del progreso y creía que la seguridad económica conduce a la hegemonía de un hombre-masa no fáustico. Ortega y Gasset desarrolló la idea de que la culminación de los esfuerzos del hombre fáustico, con un éxito tan fantástico en los siglos XVIII y XIX, permitió el resurgir de las masas no creativas y no fáusticas en el siglo XX. Es decir, la combinación de prosperidad económica y de ideas liberales, tales como los derechos del hombre, promulgados por los primeros líderes fáusticos, al final, dieron el poder a las masas no fáusticas. El poder de las masas, que hasta entonces habían aceptado su inferioridad en una dócil oscuridad, asfixió entonces a su benefactor, el hombre fáustico. Aunque, por supuesto, no estoy de acuerdo con el punto de referencia aristocrático del argumento de Ortega y Gasset, su resultado global es esencialmente igual al que estoy tratando de obtener aquí. Así pues, lanzo mi primera conclusión general con respecto al progreso: Por su propia naturaleza, por su gran dependencia del deseo de poder, el progreso es autolimitado. Sus consecuencias seculares hacen que disminuyan tanto el valor evolutivo y adaptativo del deseo de poder como las condiciones sociopolíticas necesarias para su posterior propagación. El ascenso de la filosofía *beat* ha hecho de esta autolimitación un hecho tan evidente

en nuestro tiempo que es difícil escapar de la conclusión de que el progreso pronto se detendrá en su carrera.

Al enfrentarse con la afirmación de que el progreso está llegando al final en nuestros días, mucha gente parece deshacerse de esta idea indicando que a lo largo de la Historia siempre ha habido falsos profetas de visión limitada, que aseguraban que después de *su* tiempo ya no sería posible más progreso. Sin duda, esas personas piensan que hubo un hombre en Sumeria que dijo: «Ahora que he inventado la rueda, el progreso ha llegado todo lo lejos que podía llegar». Así como es lógico pensar que los fallos en el pasado son irrelevantes para la validez de las profecías actuales, tampoco es cierto que se vengan haciendo predicciones falsas sobre el final del progreso desde hace tanto tiempo, ya que la propia idea de progreso —la noción de que la Historia encierra un movimiento hacia un mundo mejor— tiene poco más de doscientos años. Y, por tanto, la primera afirmación de que el progreso está llegando al final debe de ser de fecha más reciente.

Como escribió el más importante historiador de la idea del progreso, J. B. Bury, esta idea no fue conocida en la antigüedad. Su creencia en la Edad de Oro como el principio de la Historia, y en que las cuatro edades que la siguieron fueron cada vez peores, representa, obviamente, una visión degenerativa de la Historia en lugar de progresiva. Esta visión degenerativa hizo que el tiempo se viera como un enemigo de la Humanidad, y condujo al conservadurismo de la antigüedad, que admiraba la estabilidad y deploraba el cambio. La filosofía cristiana medieval, fue igualmente incompatible con la idea de progreso, ya que sostenía que hasta el día del Juicio final, las acciones del hombre sobre la Tierra deben encaminarse hacia la salvación en la otra vida. En el día del Juicio, Dios reinstaurará la Edad de Oro, y cualquier intento del hombre, por sí solo, de conseguir esa Edad de Oro quedaba fuera de lugar por su pecado original. Sin embargo, la intuición medieval del día del Juicio introdujo la idea importante, desconocida para los antiguos, que iba a proveer de base a la idea de progreso posterior: Hay un premio en la dirección de la Historia. La idea de progreso permaneció aún desconocida durante el Renacimiento, ya que la exaltación renacentista de la antigüedad clásica como la época en la que reinó la razón de forma suprema y en la que las artes alcanzaron una cima imposible de superar, difícilmente podía fomentar las ideas progresistas. Sin embargo,

apareció entonces un nuevo elemento importante: renació la confianza del hombre en sí mismo, después de su eclipse en la «Edad oscura», generalizándose la creencia de que la lucha del hombre tiene otro propósito, además de la salvación más allá de la tumba. La ascensión de la ciencia en el siglo xvi —particularmente la revolución copernicana— empañó la gloria de Grecia y Roma, y hacia el siglo XVII aparecieron las primeras afirmaciones de que, realmente, los tiempos modernos no eran peores que la antigüedad. Los enciclopedistas franceses del siglo XVIII descubrieron que la extensión acumulativa del conocimiento que origina la ciencia produce una mejora de la condición humana y, finalmente, con la llegada de la Revolución francesa, la idea de progreso tuvo su formulación comprensible gracias al Marqués de Condorcet. Esta idea llegó a ser el tema central del pensamiento del siglo XIX y la reflexión básica en los trabajos de esas grandes figuras que son Karl Marx, Auguste Comte y John Stuart Mill. Tras la publicación del *Origen de las especies*, de Darwin, en 1859, la idea de progreso se elevó a la categoría de religión científica, con Herbert Spencer como su apóstol. Ya que, como los procesos inexorables de la evolución están trabajando constantemente para mejorar la Naturaleza, la condición humana comparte, obviamente, este movimiento general hacia un mundo mejor. Esta visión optimista llegó a estar tan arraigada en los países industrializados, particularmente en América, que, hoy día, la afirmación de que el progreso pueda llegar a un final se considera una idea tan trasnochada como lo fuera en su momento la idea de que la Tierra gira alrededor del Sol.

Va siendo hora ya de que defina el progreso de forma más precisa. ¿Qué significa el movimiento hacia un mundo «mejor»? La mayor parte de la gente entenderá sin duda que un mundo mejor es aquél en que haya felicidad. Pero como es a todas luces imposible hacer una cuantificación significativa de la felicidad —¿eran más o menos felices los siervos medievales que los habitantes de los suburbios de las megalópolis de hoy en día?—, esta definición convierte la creencia en el progreso en un acto de fe, algo que no está sujeto ni a verificación ni a refutación. Por tanto, esta definición no puede usarse en ninguna discusión sobre la venida del final del progreso. La definición de progreso como evolución darwiniana «natural» hacia una condición humana «mejor adaptada» tampoco puede usarse en este sentido, debido a la naturaleza tautológica del concepto de «valor adaptativo». Parece que la definición más comprensible de progreso

puede hacerse desde el punto de vista de la causa principal que lo origina: El deseo de poder. Es decir, el mundo «mejor» es aquél en que el hombre tenga un mayor poder sobre los sucesos externos, aquél en que haya conseguido un mayor dominio sobre la Naturaleza, aquél en que esté económicamente más seguro. Esta definición hace del progreso un hecho histórico innegable. Además, hace posible la afirmación de que el progreso tendrá un final, ya que el aserto de que no habrá más incremento en el poder sobre los sucesos externos es comprensible, incluso si no fuera cierto. Sin embargo, esta definición no toma en consideración esos aspectos internos de la condición humana, como la felicidad. Por tanto, es una visión del progreso totalmente amoral, en la que los misiles balísticos nucleares representan un clarísimo progreso sobre los proyectiles de artillería convencionales, los cuales, representan, a su vez, un progreso sobre el arco y las flechas.

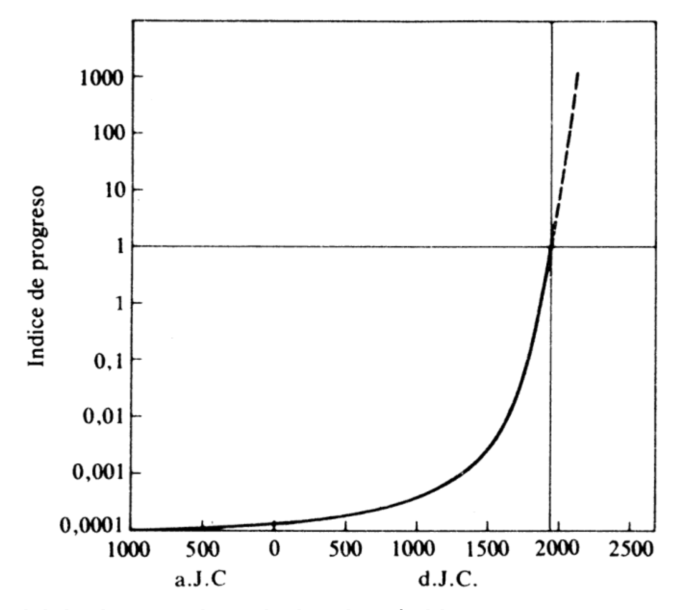
Al enfocar la medida del progreso desde el punto de vista del poder sobre los sucesos externos se hace fácilmente comprensible una de sus características más chocantes, la de que el progreso ha procedido a una velocidad cada vez más rápida. Es un hecho corriente en nuestros días dibujar gráficas en las que se representan varios índices del dominio sobre la Naturaleza, como la población mundial, la renta per cápita, la velocidad en los viajes, el consumo energético mundial o el número de científicos, todos ellos en función del tiempo histórico. En su conjunto esas gráficas muestran invariablemente una curva con su parte cóncava dirigida hacia arriba. Durante los primeros trescientos años a partir del Imperio medio del antiguo Egipto, la curva permanece prácticamente horizontal, con un valor muy bajo; empieza un lento ascenso durante el Renacimiento, asciende de forma más pronunciada después de la Revolución industrial y se dispara hacia arriba, casi verticalmente, en el siglo XX. Otra forma de apreciar la característica de aceleración del progreso es fijarse en el continuo incremento en la frecuencia de descubrimientos. Por ejemplo, si consideramos las fuentes de energía inanimada descubiertas desde que se aprovechó el fuego por primera vez, hace unos cincuenta mil años, nos daríamos cuenta de que se produjo un lapso de cuarenta y cinco mil años hasta que la siguiente fuente de energía, el agua, pudiera ser utilizada: unos tres mil quinientos años después se usó la fuerza del viento; se descubrió la máquina de vapor unos trescientos años más tarde; el motor de combustión interna apareció después de otros cien años, y sólo pasaron otros cuarenta años

para que la energía atómica se hiciera disponible. O, si consideramos el descubrimiento de las fuerzas naturales desde que el concepto de fuerza natural fuera formulado por primera vez por los griegos, hace dos mil años, encontramos que pasaron mil setecientos años hasta que fue descubierta la gravedad, seguida doscientos años después por el electromagnetismo, que a su vez fue seguido por la energía nuclear cincuenta años más tarde.

Esta dinámica del progreso, y su importancia en la comprensión de la Historia, fue publicada hace unos sesenta años por Henry Adams en su «Ley de la Aceleración». Adams se dio cuenta de que durante el siglo XIX la energía utilizada a partir de la producción mundial de carbón, y, por consiguiente, la velocidad de progreso, se duplicó cada diez años. Estimó que desde principios del siglo XV hasta el final del siglo XVIII el periodo de duplicación de la velocidad de progreso fue de veinticinco a cincuenta años. Pero, tal como apuntó Adams, el establecimiento de la longitud real del periodo de duplicación tiene poca importancia si se compara con el hecho de la aceleración en sí misma. Haciendo una proyección de esta dinámica del progreso hacia el futuro, Adams pensó que, para un americano que viva en el año 2000, «el siglo XIX quedaría en el mismo plano que el siglo iv (igualmente pueril), y se preguntaría cómo fue posible que sus habitantes, siendo tan débiles y con tan pocos conocimientos, hubieran hecho tanto». En el siglo xx, por tanto, haría falta una nueva mentalidad social. Ya que, «hasta aquí, desde hace cinco o diez mil años, la mente ha reaccionado con éxito, y aún no ha sufrido ninguna prueba que la haga fallar, pero ahora tendrá que dar un salto».

Esta cinética de aceleración es algo muy corriente en las Ciencias Naturales, en donde se explica generalmente en términos de reacciones en las que está implicado un elemento de *feedback* positivo: cuanto más haya progresado la reacción, más rápido será su progreso posterior. El crecimiento de un cultivo bacteriano es uno de los ejemplos más simples de dichas reacciones; como cada bacteria del cultivo da lugar a dos bacterias hijas media hora después de su propio nacimiento, el número de bacterias que nacen por minuto es proporcional al número de bacterias presentes, y, por tanto, la velocidad de crecimiento del cultivo se duplica en cada generación. Evidentemente, el elemento de *feedback* positivo que encierra el progreso es que la velocidad con la que el hombre consigue mayor poder sobre el mundo exterior es tanto más grande cuanto mayor sea el poder

que tenga ya a su disposición. Ahora, si se ve la Historia como el movimiento del progreso, entonces también la Historia está acelerándose con respecto al tiempo del calendario.



Gráfica de la ley de Henry Adams sobre la aceleración del progreso

Esta aceleración del progreso con respecto al tiempo cronológico (y también respecto al tiempo fisiológico humano) es precisamente lo que hace que, en un momento dado de la Historia, aparezca finalmente la idea de progreso. Durante la Antigüedad, la Edad Media, y el Renacimiento, la velocidad de progreso fue tan lenta que el mundo que cualquier persona dejaba al morir no era muy distinto del que se encontró al nacer, aun cuando, con suerte, él o su comunidad pudieran llevar a cabo algún cambio perceptible. En verdad, cualesquiera que fueran esos cambios perceptibles, producían generalmente un empeoramiento, como los estragos de la guerra o la peste. Por supuesto, hubo algún progreso durante todo ese tiempo, pero fue tan lento que, dentro de lo que abarca una memoria viva, las cosas parecían haber permanecido siempre de la misma manera, o en todo caso, empeorado. Y a eso se debe la hegemonía del pesimismo historicista de la

época clásica, y la nostalgia del Renacimiento hacia las glorias de Grecia y Roma encuentra su explicación en la imposibilidad de tener experiencias personales de progreso en aquellos días lejanos. Sin embargo, al final del siglo XVIII se alcanzó al fin un «punto de comparación». Dentro de la duración de una vida, los americanos, franceses y los países que realizaron la Revolución industrial, efectuaron unas mejoras sociales, políticas y económicas tan obvias que por fin el progreso llegó a ser accesible a la experiencia personal. En el siglo y medio que ha pasado desde aquel punto de comparación, el progreso ha seguido acelerando, por lo que, para un octogenario de hoy, el mundo ha cambiado hasta ser irreconocible.

Pero este aspecto de *feedback* positivo del progreso, responsable de su continua aceleración, encierra un elemento de auto- limitación temporal. Ya que, como parece evidente a priori que hay algún límite último para el progreso, alguna barrera al aumento de dominio sobre la Naturaleza y al grado de seguridad económica, puede deducirse que este límite se está acercando a una velocidad cada vez mayor. Es difícil, por supuesto, cuantificar cualquier límite del progreso, ya que el grado de dominio sobre la Naturaleza que ha obtenido la Humanidad no puede expresarse en términos de un sólo parámetro. No obstante, si se examinan uno a uno, todos los parámetros imaginables que tengan que ver con la estimación de la velocidad de progreso, como son la población, el consumo de energía mundial, la renta per cápita o la velocidad en los viajes, puede concluirse que ninguno de ellos parece que pueda exceder de un límite definido. Y, de acuerdo con Adams, del mismo modo que la magnitud real del tiempo con el que se duplica el progreso tiene relativamente poca importancia si se compara con el hecho de la aceleración en sí misma, las distancias a las que se encuentran los límites de varios índices de progreso tienen relativamente poca importancia si se comparan con la existencia del límite en sí mismo. Para apreciar este hecho, podemos considerar la curva semilogarítmica de la ley de la aceleración de Adams. En esta gráfica, las distancias en el eje vertical son proporcionales al logaritmo de la magnitud de un índice de progreso, y las distancias en el eje horizontal son proporcionales al tiempo del calendario. La curva ha sido dibujada de acuerdo con la duplicación del progreso tal como la estimó Adams a partir de su índice de consumo de energía mundial. Se ha asignado el valor arbitrario de 1 al nivel actual (1960 d.C.) del índice, lo que representa un incremento de cien mil veces sobre el valor de 0,00001 del punto de partida (1000 a.C.). La

extrapolación de esta curva hacia el futuro muestra que se alcanzará cualquier límite razonable del parámetro que se considere, dentro de un periodo corto con respecto al tiempo histórico. Así pues, aunque el valor actual de 1 del parámetro sea sólo una milésima del de su límite final, este límite se alcanzaría hacia el año 2160. E incluso si la aceleración del parámetro fuese considerablemente inferior a la del consumo de energía mundial, se podría deducir, del hecho de la aceleración, que cualquier límite razonable para ese parámetro se alcanzaría en muy pocos siglos. Por tanto, percibimos aquí una segunda conclusión general concerniente al progreso: aunque ha habido progreso en el pasado, su cinética acelerante impide que sea una característica perpetua de la historia humana futura. Verdaderamente, la velocidad vertiginosa a la que avanza hoy el progreso hace muy probable que llegue a pararse en muy poco tiempo, quizá durante nuestra vida, quizá en una o dos generaciones.

Para terminar, podemos volver brevemente al fenómeno de la bohemia en general y de los *beatniks* en particular. En primer lugar debería quedar claro ya por qué apareció la bohemia por primera vez en el siglo XIX, y no antes. La razón es que fue sólo entonces cuando la aceleración del progreso alcanzó una pendiente tal que los importantes cambios sociales, políticos y económicos no sólo se hicieron perceptibles, sino que ocurrieron demasiado deprisa para su asimilación general, desde los puntos de vista espiritual y cultural. Por consiguiente, el ajuste entre las costumbres y las consecuencias seculares del progreso no pudo ocurrir con la velocidad requerida, y se desarrolló una discrepancia cada vez mayor entre el mundo real y la situación a la que pertenecían esas costumbres. Esta falta de correspondencia entre la condición humana teórica y la real es más evidente para los jóvenes, simplemente porque su psique se desarrolló en unas condiciones más parecidas al presente que el ambiente infantil de sus mayores. Por tanto, la juventud más sensible, aquella que puede apreciar más rápidamente los cambios forjados por el progreso, llega a estar fácilmente alienada por la sociedad desarrollada por sus mayores, y tiende a emigrar a la bohemia. Cuando las costumbres de esa sociedad captan, finalmente, la nueva situación, los ex bohemios, ya de mediana edad, no difieren en sus actitudes del resto de la gente; se han «rehabilitado». Mientras tanto, por supuesto, el progreso ha causado nuevos cambios no asimilados, así como nuevas paradojas morales, cuya apreciación da lugar a la siguiente gene-

ración de jóvenes bohemios. Así pues, es razonable considerar a los *beatniks* como un eslabón más en esta cadena de alienaciones que empezó en el momento en que se alcanzó el punto de comparación entre la velocidad del progreso y la duración de la vida humana, al final del siglo XVIII. En segundo lugar, sabemos ahora por qué los *beatniks* representan un fenómeno de capital importancia para entender el presente. Es un error concluir, que debido a su actitud *beat*, los *beatniks* nunca llegarán a nada, que, al contrario de sus predecesores bohemios, nunca crearán nada de valor duradero, y que no producirán ningún efecto significativo en el futuro; hoy aquí, desaparecidos mañana. Por el contrario, al permitir que el hombre fáustico abandone el escenario de la Historia, la filosofía *beat* allanó el camino para que se produjeran los profundos reajustes en la psique humana que son necesarios para que el hombre pueda soportar la vida en la Edad de Oro.

BIBLIOGRAFIA

ADAMS, HENRY: *The Education of Henry Adams* (cap. 23 y 24), Massachusetts Histórical Society, Boston, 1918.

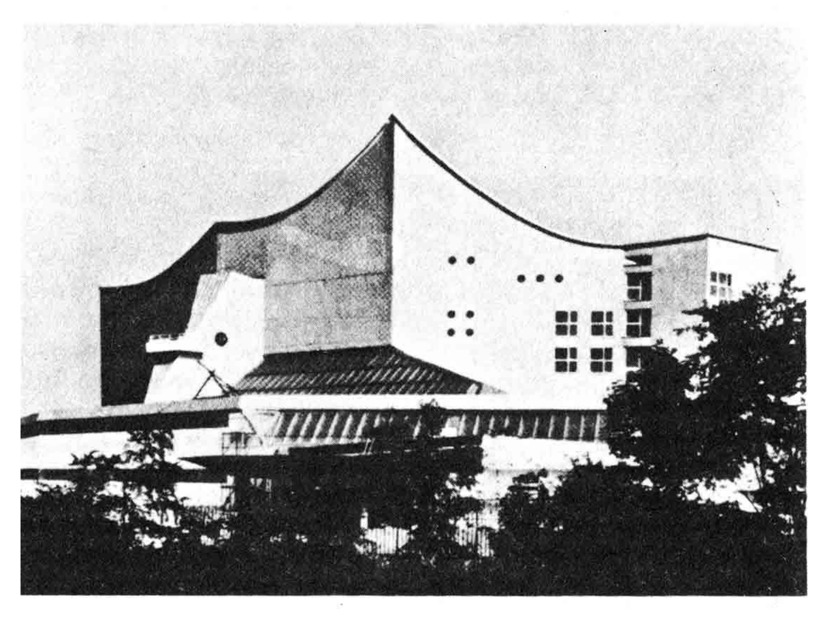
AIKEN, H. D.: *The Age of Ideology:* The 19th Century Philosophers, Mentor Books, Nueva York, 1956.

BURY, J. B.: *The Idea of Progress.* MacMillan, Nueva York, 1932, reimpreso por Dover Publications, Nueva York, 1955.

MUSCATINE, G. (CHM.): *Education at Berkeley:* A report of the Select Committee on Education. Univ. California, Berkeley, 1966.

ORTEGA Y GASSET, J.: *The Revolt of the Masses.* Mentor Books, Nueva York, 1950.

PARRY, A.: *GARRETS AND PRETENDERS: A History of Bohemianism in America,* Dover Publications, Nueva York, 1960.



La Filarmónica de Berlín. Arquitecto, Hans Scharoun (Cortesía de Infobild, Berlín.)

2. EL FINAL DE LAS ARTES Y LAS CIENCIAS (1969)

En el capítulo precedente aduje dos argumentos independientes que me llevaron a la creencia de que el progreso se detendrá en nuestra época. Uno de los argumentos, de tipo psicológico, afirmaba que el acceso a la seguridad económica, una consecuencia secular del progreso, acabará por destruir dicho progreso debido a que es enemiga de la transmisión paragenética del deseo de poder. La aparición de la generación *beat* se interpretó, a la luz de este argumento, como que el *feedback* negativo del progreso sobre el deseo de poder ha hecho que se sientan ya sus efectos de forma masiva. El otro argumento, de tipo cinético, estaba basado en la continua aceleración de la velocidad de progreso. Ya que, tal como parece razonable a priori, si el progresar tiene algún límite razonable, ese límite se está acercando cada vez más deprisa. La velocidad de progreso ha llegado a ser tan rápida —han ocurrido cambios tan fantásticos en la condición humana dentro de lo que abarca la memoria viva—, que parece difícil imaginarse un límite de progreso que esté lo suficientemente lejos de lo que ya se ha alcanzado como para que ese límite no se alcance en poco tiempo. De estos dos argumentos, el segundo es claramente el más endeble, ya que depende de la impresión que se produce en la duración de la vida humana de que la velocidad de progreso actual es, de hecho, rápida con respecto al acercamiento a sus límites últimos. Trataré ahora de aducir un tercer argumento, enteramente independiente, que muestra que los límites últimos ya están a la vista en lo que se considera generalmente como los índices de progreso más importantes. Estos índices son las artes y las ciencias, en las que el deseo de poder sublimado y el empeño del hombre fáustico han encontrado su más alta expresión.

Es una reacción común frente a la situación presente en las artes el sentimiento de que algo parece estar drásticamente equivocado. Las manifestaciones contemporáneas como la pintura activa, el arte «pop» y la música al azar están causando un extendido recelo sobre el estado del arte. Y este recelo parece existir no sólo entre el público general, sino también entre un importante sector de la propia comunidad artística. (Lewis Mumford, por ejemplo, escribió recientemente que «las formas de “op” y “pop” que están de moda en el antiarte de hoy se parecen tanto a... la creatividad

exuberante... como el ruido de un pedo premeditado a un solo de trompeta de Purcell»). Mucha gente opina que el arte ha llegado, de algún modo, a un callejón sin salida, y que para que tenga cualquier futuro debe encontrarse una salida de la dirección actual. El tema que quiero desarrollar ahora es que dicha salida no existe, puesto que las formas extravagantes de arte de estos últimos tiempos no han hecho más que aparecer en una sucesión natural desde las obras maestras del pasado. En lugar de dar un giro equivocado, el arte no ha hecho más que descender (o quizá subir) por una calle de una sola dirección, desde sus orígenes en el remoto pasado prehistórico. Con objeto de elaborar este punto, quiero llamar la atención sobre una tendencia histórica obvia que da lugar a la flecha que señala la dirección del tráfico en esa calle de dirección única: a medida que avanza la evolución artística, el artista se encuentra cada vez más liberado de los estrictos cánones que regulan el método de trabajar en su medio de expresión creativa. El resultado final de esta evolución ha sido que, finalmente, en nuestros días, la liberación del artista ha sido casi total. Sin embargo, el acceso del artista a una libertad de expresión indefinida da lugar a grandes dificultades cognoscitivas para la apreciación de su trabajo: la ausencia de cánones reconocibles convierte su acto de creación en algo que parece hecho al azar. En otras palabras, la evolución artística por la calle de dirección única hacia la libertad encierra un elemento de autolimitación. Cuanto mayor sea la libertad alcanzada, y por tanto, para el que lo percibe, mayor sea el parecido de cualquier estilo artístico con el azar, será más difícil que cualquier estilo futuro parezca significativamente diferente de su predecesor. Trataré de presentar ahora un breve sumario de las que yo creo que son las razones teórico-informativas y psicológicas que dirigen esta tendencia dominante en la evolución artística. Este argumento está entresacado de los trabajos de escritores como Suzanne K. Langer, Wylie Sypher, Leslie A. Fiedler y especialmente Leonard B. Meyer. Además, pretenderé mostrar más adelante un elemento similar de autolimitación cognoscitiva, que también está aparentemente implicado en el progreso de las ciencias, una limitación cuya existencia sólo hace muy poco ha salido a la luz.

Para empezar esta discusión, formularé la afirmación tradicional de que tanto el arte como la ciencia son actividades que tratan de descubrir y comunicar verdades sobre el mundo. Esas actividades llegaron a ser posibles en el estadio remoto y crítico de la evolución psicológica del hombre

en que se convirtió en un animal semántico, es decir, cuando tuvo la poderosa idea de expresar simbólicamente los sucesos. El campo al que va dirigido el arte es el mundo interior y subjetivo de las emociones. Las manifestaciones artísticas, por consiguiente, tienen que ver principalmente con relaciones entre sucesos privados, de significado afectivo. El terreno de las ciencias, al contrario, es el mundo exterior y objetivo de los fenómenos físicos. Las afirmaciones científicas, por tanto, tienen que ver principalmente con relaciones entre sucesos públicos. Esta dicotomía en las actividades no significa necesariamente que, para el que las percibe, una manifestación artística esté desprovista de toda significación objetiva (una pintura de Canaletto, por ejemplo, proporciona información sobre el suceso público que fue Venecia), ni tampoco que una manifestación científica esté desprovista necesariamente de significación afectiva (por ejemplo, tal como se verá en el capítulo 4, un gran descubrimiento hecho por otro científico en nuestro propio campo es, por lo general, una fuente de profunda contrariedad y raramente de gran alegría). En cualquier caso, desde este punto de vista tradicional, la información y la percepción del significado de ella son el contenido central, tanto de las artes, como de las ciencias. Por consiguiente, cuando hablamos de progreso en las artes y las ciencias nos podemos referir solamente a una cosa, esto es, que hay progreso mientras aumente la suma total de manifestaciones artísticas y científicas con significado. Y por ende, el progreso en las artes y en las ciencias estará llegando a su final cuando sea cada vez más difícil continuar añadiendo algo a ese capital acumulado de manifestaciones con significado.

Al principio, los orígenes del arte no eran aún arte. Por ejemplo, la música probablemente echó sus primeras raíces con la organización de sonidos, vocales y de percusión, para favorecer el ritmo en el trabajo y en los ritos, y para la excitación nerviosa. En este estadio, la música no era aún arte —del mismo modo que los gruñidos y gritos primitivos no eran lenguaje—, porque a la música le faltaba todavía su función semántica. Sólo con el desarrollo gradual del uso simbólico de las formas musicales, la música llegó a ser arte. Dentro del esquema dicotómico de los dominios artístico y científico, la música aparece como «la más pura» de las artes, por cuanto que es la que menos tiene que decir sobre el mundo exterior y, en consecuencia, muestra un menor solapamiento con las ciencias. El contenido semántico de la música tiene muy pocos modelos «exteriores» —cantos de pájaros, galopadas y truenos, entre otras cosas— si se compara,

por así decirlo, con la gran variedad de impresiones visuales o situaciones prototipo disponibles como modelo para las artes visuales o dramáticas. Verdaderamente, la música puede prescindir sin quebranto de modelos exteriores, a los que, de todos modos, no podría hacer justicia. Así pues, el contenido de la música es, por necesidad, más puramente afectivo que el de cualquier otra forma de arte; sus manifestaciones se relacionan de modo casi exclusivo con sucesos interiores. El simbolismo musical es capaz de prescindir de los modelos naturales porque, según Mrs. Langer, «las formas del sentimiento humano son mucho más congruentes con las formas musicales que con las formas del lenguaje; la música puede revelar la naturaleza de los sentimientos con un detalle y una verdad imposibles para el lenguaje». De aquí que la música transmita lo inexpresable; es inconmensurable con el lenguaje, e incluso mediante símbolos representativos como las imágenes o los gestos». La música representativa, que trata de expresar sucesos exteriores, parece ser la excepción que prueba la regla; este tipo de música está considerada, generalmente, como de escaso mérito artístico.

¿Cómo aparece el significado simbólico a partir de la secuencia temporal de tonos que percibimos? Según Meyer, «aparece el significado musical cuando una situación precedente (de secuencia de tonos), que requiere una estimación (por parte del oyente) de las formas probables de continuación, produce incertidumbre sobre la naturaleza temporal-tonal del resultado esperado». Esta definición se deriva de una consideración general sobre la naturaleza de la información. La cantidad de ésta que contiene cualquier suceso es mayor cuanto más elevado sea el número de sucesos alternativos que puede esperarse que ocurran dada la situación precedente. Si la situación está tan altamente estructurada como para que el que la percibe espere que ocurra el suceso con una probabilidad muy alta, el contenido informador del suceso es bajo. Pero el significado de la información que suministra el suceso se deriva de la valoración de aquélla con respecto a sucesos pasados y futuros. Es decir, para que un suceso tenga significado, su aparición no sólo debe haber sido incierta, sino que también debe ser capaz de modificar la apreciación probabilística de las consecuencias de una situación previa. De esta manera, a medida que se desarrolla una pieza musical con significado, el oyente está modificando constantemente sus expectativas sobre lo que oirá a continuación, basándose en lo que ya ha oído. Su conexión probabilística final de la secuencia de tonos

completa es la forma musical que el oyente ha reconocido, la estructura que ha percibido.

Ahora, en el proceso que sigue el oyente para estimar las probables formas de continuación a partir de una secuencia de tonos previa, no sólo influyen las valoraciones informativas que ha inferido de lo que acaba de oír de la composición musical que está escuchando en ese momento, sino que también influyen las reglas estadísticas que gobiernan las posibles secuencias de tonos que ha obtenido de su experiencia previa como oyente de otras composiciones similares. Y esas reglas estadísticas que gobiernan las posibles secuencias de tonos no son otra cosa que *el estilo* en el que ha sido compuesta una pieza musical. Es decir, el oyente puede hacer realmente una estimación de las formas probables de continuación sólo si tiene algún conocimiento del canon estilístico bajo el que operó el compositor. Y aquí llegamos a un punto importante: para que la composición tenga un significado máximo, existe, para cualquier oyente, una optimización del canon estilístico. Si, por una parte, el canon es demasiado rígido, la incertidumbre sobre la futura secuencia temporal-tonal es muy pequeña y la redundancia de su información muy alta. El oyente escucha, fundamentalmente, lo que ya estaba seguro que iba a oír; la velocidad con la que la información llega a él es muy baja; tiene pocas razones para modificar su apreciación probabilística previa; ha aprendido muy poco; por lo tanto, la pieza no tiene apenas significado. Si, por otra parte, el canon es demasiado laxo, la incertidumbre sobre la futura secuencia temporal-tonal es muy grande, y la redundancia de su información muy baja. Por lo tanto, la velocidad con la que llega la información al oyente es muy alta. Pero la velocidad a la que la nueva información choca contra él puede rebasar su capacidad, es decir, no será capaz de evaluar esa información lo suficientemente rápido como para extraer de los antecedentes una apreciación probabilística, particularmente si la pobreza de información redundante no le permite probar la validez de sus inferencias. Por lo tanto, en este caso la pieza tampoco tiene a penas significado. De aquí que, para que un oyente perciba una estructura con significado en una composición musical, ésta debe presentar una secuencia temporal-tonal que no le sea ni demasiado conocida ni demasiado desconocida. Es decir, la libertad del estilo de la composición debe adaptarse a la sofisticación musical del oyente.

Desde esta esfera teórico-informativa, la creatividad en la composición musical representa, evidentemente, la aparición de nuevos patrones estructurales con significado. Pero aquí podemos darnos cuenta de las razones de la tendencia histórica hacia la relajación progresiva del canon estilístico. El punto de rigidez óptima del canon estilístico para la comunicación de un mensaje con significado debe moverse hacia una mayor libertad a medida que aumenta la sofisticación del oyente, gracias al capital acumulado de estructuras significativas creadas anteriormente. Al principio, cuando la música consistía únicamente en cantos rítmicos, tamborileos, imitación vocal de sonidos naturales, el canon estilístico era enormemente rígido; apenas existía libertad en la composición; la sofisticación del oyente era mínima. Para crear nuevos patrones musicales con significado, fue necesario relajar un poco el canon, pero no demasiado, por ejemplo, permitiendo la inclusión de unas pocas secuencias no naturales. Ahora bien, aquello tuvo dos consecuencias: aumentó la sofisticación del oyente, y se acabó la posibilidad de crear nuevos patrones con significado. Entonces tuvo lugar una nueva relajación del canon (es decir, se creó un nuevo estilo), se hizo posible la composición de nuevos patrones con significado, y creció aún más la sofisticación del oyente. Y siguió ocurriendo esto desde la antigüedad, a través de la Edad Media, el Renacimiento y los periodos Barroco, Romántico e Impresionista hasta la música atonal contemporánea: la aparición de un nuevo estilo, algo menos rígido, que engendraba una mayor sofisticación en el oyente, era seguida más tarde por la extinción de las posibilidades de crear nuevas composiciones con significado en ese estilo y, finalmente, daba como resultado la aparición de un nuevo y más libre estilo sucesor. Debemos notar aquí, de pasada, que el más libre de dos estilos no es necesariamente aquél que opera con menos y/o más simples reglas. Obviamente, un pequeño número de reglas muy simples puede dar lugar a un estilo muy rígido y con gran redundancia.

Así pues, podría concluirse que ha tenido lugar una evolución del estilo musical desde sus orígenes primitivos hacia un nivel de sofisticación cada vez más elevado. La inferencia de dicha evolución no se apoya en ninguna visión teleológica del hombre o de la música evolucionando necesariamente hacia una meta más alta; se deduce meramente, del reconocimiento de la base teórico-informativa de su interacción. Además, la cinética de esta evolución manifiesta la misma aceleración que ya hemos observado que ocurre en el progreso en general. Los estilos de la antigüedad clásica

y de la Edad Media perduraron durante muchos siglos, los del Renacimiento durante uno o dos siglos. Los de los periodos Barroco y Romántico durante muchas décadas, los del Impresionismo durante una o dos décadas, y, finalmente, los estilos contemporáneos se suceden uno a otro en cuestión de pocos años. Esta aceleración podría reflejar, en gran parte, el constante aumento en el número de compositores actuales en comparación con el aumento de población mundial. Su creciente actividad conjunta, acaba, de forma cada vez más rápida, con las posibilidades de creación con significado dentro de cualquier estilo, aunque, por supuesto, el aumento en el número absoluto de compositores no es lo único que garantiza un aumento de la velocidad de creación. Así, por ejemplo, un hombre como J. S. Bach, probablemente hizo más por la extinción de las posibilidades de su estilo que el esfuerzo conjunto de todos sus contemporáneos, inferiores a él. Del mismo modo, una causa más importante de la aceleración de la evolución estilística es, probablemente, el progreso tecnológico en los medios de comunicación musical. Por ejemplo, la invención de la notación musical debió de ser un importante primer paso que finalmente aseguró la acumulación de un capital musical frente a los caprichos de la memoria humana. La invención de la imprenta permitió una amplia distribución de ese capital entre los ejecutantes en potencia, y, finalmente, la llegada del fonógrafo, la radio, los discos de larga duración y el magnetófono dio como resultado la diseminación rápida de las nuevas composiciones entre una amplísima audiencia. Así pues, la sofisticación del oyente pudo crecer a una velocidad cada vez mayor, permitiendo, a su vez, una evolución estilística cada vez más rápida.

La música seriada, de la que fue pionero Arnold Schonberg, representa un estadio tardío, aunque de ningún modo el último, en esta evolución. El compositor ha sido liberado ya de cualquier restricción impuesta por los dictados tradicionales de la melodía y la armonía, pero su libertad no es aún total. Los viejos cánones han sido reemplazados por las reglas más laxas de la escala de doce tonos, pero aún existen reglas. Sin embargo, esas reglas han llegado tan lejos en cuanto a la disminución de la redundancia de la información en la secuencia temporal-tonal que «aprenderse» la música seriada presenta ya un difícil problema de percepción; el haberse aprendido una pieza de música seriada supone relativamente poca ayuda para el aprendizaje de la siguiente pieza, como no sea el entrenamiento general que pueda haber supuesto dicho aprendizaje en la resolución de un

problema difícil de conocimiento musical. Pero el estudio final de este proceso evolutivo se ha alcanzado ya con la música experimental de compositores como John Cage. Ya que han sido abandonadas casi todas las reglas que hubieran permitido la comunicación con el oyente de una estructura musical. En uno de los tipos de música experimental, la secuencia temporal tonal se genera, a propósito, por puro azar, ya sea por el compositor al escribirla o bien por el músico al ejecutarla, de tal manera que la forma es intencionadamente al azar. En otro tipo, el compositor escribe intuitivamente, sin intentar desarrollar, conscientemente, ninguna idea particular o sin tratar de alcanzar ninguna meta final. Así pues, el oyente es abandonado a sus propios medios, para que entienda de la música lo que él quiera. La estructura que percibe en la pieza, si es que percibe alguna, depende enteramente de su propia personalidad, del mismo modo que depende de su personalidad la interpretación de una mancha de tinta en el test de Rorschach. Por lo tanto, en este desarrollo, la música como un arte que trata de descubrir y comunicar verdades sobre el mundo ha llegado al final del camino.

¿Qué es entonces lo que pretenden esos compositores de música experimental? ¿Qué están tratando de hacer? Para sondear sobre la naturaleza de su actividad, es necesario darse cuenta de que la visión del mundo de estos artistas de nuestros días es radicalmente diferente a la asociada tradicionalmente con el pensamiento racional. Esta visión, que Meyer ha llamado *Trascendentalismo*, muestra grandes afinidades con los preceptos del budismo Zen, en cuanto a que el transcendentalista cree que las experiencias sensoriales concretas y particulares son las únicas verdades que pueden encontrarse en el mundo. Cualquier intento de construir una realidad infiriendo relaciones causales imaginarias de esas experiencias sensoriales oscurece, en lugar de revelar, la verdad esencial de la existencia, a saber, que cada hecho en el universo es único. Queda claro que, para cualquiera que posea unas creencias como ésas, es anatema la sola idea de que, para el oyente, el significado de una pieza musical se deriva de la estructura que percibe en las conexiones probabilísticas de su secuencia temporal-tonal. En lugar de eso, para un transcendentalista, la música sólo *está allí,* y cualquier cerebración analítica no hace más que estorbar a la experiencia como acto primario. Así pues, el arte y la naturaleza convergen en uno solo: en lo que a la experiencia se refiere, no hay distinción cualitativa

entre escuchar el sonido de la música y el ruido de la naturaleza. El compositor transcendentalista con su música experimental, no sólo no añade nada al capital acumulado de manifestaciones con significado acerca del mundo, sino que no hay nada más alejado de su mente que el intentar hacerlo. Su único propósito es añadir una más a la suma total de experiencias sensoriales únicas de sus oyentes.

Nuestra discusión sobre las artes se ha centrado hasta ahora en la evolución de la música, sin considerar la suerte de otros importantes dominios del arte como la pintura, la literatura, la poesía y el drama. Como este ensayo ha sobrepasado ya mi competencia en el campo estético, no trataré de reproducir un argumento teórico-informativo equivalente para explicar la tendencia histórica hacia una mayor libertad de los artistas que trabajan en otros medios no musicales. Pero creo que merece la pena decir que, también en las artes no musicales está funcionando esencialmente el mismo proceso de agotamiento de la posibilidad de crear mensajes con significado dentro de un estilo de rigidez determinada, adaptada al nivel de sofisticación de la audiencia, seguido por la inversión de un estilo ligeramente menos rígido y por la repetición de la dialéctica: educación de la audiencia-agotamiento del estilo. En cualquier caso, casi todas esas formas de arte también han alcanzado ya lo que parecen ser los estadios finales o cuasi-finales en su desarrollo formalmente equivalentes al de la música experimental. Es decir, las artes no musicales han evolucionado hacia estilos por medio de los cuales la comunicación en el sentido teórico-informativo entre el artista y el público, ni es posible, ni se intenta. En lo que concierne a las artes, visuales, este género terminal está representado por estilos tales como la pintura de acción, practicada por pintores que manchan sus lienzos, dejando gotear y salpicando pintura sobre ellos, y el arte «pop», ejemplificado por los colla- ges eclécticos de objetos «encontrados», y los facsímiles de latas de sopa Campbell y tiras de «cómic». Como apuntaba Sypher, la característica unificadora de esos estilos es el anonimato del artista, cuyo yo no se ve reflejado en sus trabajos. Y del mismo modo que los compositores experimentales, los pintores de acción y los artistas «pop» no elaboran su trabajo como nuevas manifestaciones con significado sobre el mundo. Simplemente, añaden algo al repertorio de experiencias de su audiencia, la cual extrae de esos trabajos lo que quiere. En el drama y la

literatura parecen haberse alcanzando casos igualmente evidentes de estadios finales del arte. Aquí no hace falta el sutil análisis teórico-informativo para mostrar cómo surge el significado por medio del drama y la literatura, ya que el «lenguaje» de estas dos ramas del arte es el propio lenguaje. Pero como los escritores y dramaturgos no han manipulado generalmente las reglas gramaticales para sus propios propósitos, el drama y la literatura no han tenido ningún desarrollo teórico-informativo en cuanto al uso del medio de comunicación, comparable al que ha ocurrido en la música y en las artes visuales. Las posibilidades de usar el lenguaje como un medio artístico parecen, simplemente, haberse agotado. En el drama, este agotamiento se refleja en el teatro del absurdo, particularmente en los trabajos de Eugene Ionesco. En nuestra época, decía Ionesco, todo lenguaje verbal ha llegado a ser un cliché y, por lo tanto, ya no es adecuado para comunicar asuntos de significado afectivo. Y de ahí que el dramaturgo del absurdo, como el compositor experimental, el pintor de acción y el artista «pop», haya abandonado la noción de concebir su trabajo como un mensaje. Los personajes del teatro del absurdo dicen palabras sin sentido, carecen de identidad, y se empeñan en acciones que no están conectadas causalmente, es decir, no tienen un plan premeditado. La función principal del actor es estar en el escenario, *estar ahí*. En la literatura, ha quedado patente la llegada al final de la novela con la aparición de los trabajos de escritores como Alain Robbe-Grillet y William Burroughs. En sus anti-novelas ha desaparecido toda organización. No hay conexiones racionales entre sentencias individuales y párrafos, no hay personajes, no hay historia. Fiedler comenta que la ascensión, durante el siglo XIX, de la novela actualmente moribunda fue un gran paso hacia el final de la literatura. Desde el punto de vista de la poesía épica del siglo XVIII, la novela podía considerarse ya antiliteratura, porque, según Fiedler, «aunque pretende encontrarse dentro de los estándares formales de la literatura, lo cierto es que realmente está empeñada en meter de contrabando satisfacciones extraliterarias dentro de la república de las letras. No sólo instruye, deleita e induce, sino que también encierra los mitos de una sociedad, sirve de escrituras para una religión subterránea, y estas últimas funciones, a diferencia de las primeras, no dependen en absoluto de ninguna forma particular, sino que pueden ser desempeñadas indiferentemente por vidrieras, tiras de «cómic», baladas y películas. Ahora bien, es precisamente esta ambigüedad cultural de la novela lo que la hizo popular durante tanto tiempo y a tantos niveles, creando

al mismo tiempo las tensiones y contradicciones por virtud de las cuales está muriendo actualmente».

Verdaderamente, es un hecho asombroso que incluso en una rama del arte tan prosaica y tan cercana a la ciencia como la Arquitectura, haya llegado ya a percibirse una insinuación de final estilístico. Ya que aquí también ha salido a la vista últimamente, un elemento de azar en el diseño. Naturalmente, en su faceta de ingeniero, es decir, al diseñar un edificio que no se derrumbe y que, con suerte, sirva para su función específica, el arquitecto está obligado a obedecer muchas reglas bastante estrictas. Pero en su faceta de artista, como creador de verdades estéticas, da la impresión de que los canales de comunicación con significado del arquitecto, también están acercándose a sus límites. Por ejemplo, al contemplar una estructura tan al azar como la nueva Filarmónica de Berlín, de Hans Scharorum, es difícil escapar al sentimiento de que uno está contemplando una fase final de estilo arquitectónico. Es difícil imaginarse cualquier otro edificio con una forma significativamente diferente. La Filarmónica, simplemente *está allí*. El concebible desarrollo de nuevos y revolucionarios materiales o técnicas de construcción, que siempre dieron lugar a cambios estilísticos radicales en el pasado, parece improbable que afecten seriamente a este final, excepto en lo que aún pueda suponer para el arquitecto en cuanto a una mayor libertad para proceder al diseño de edificios más al azar, al final, anti-edificios.

Posiblemente, el cine, al ser un medio de tan reciente invención, sea una de las pocas formas de arte cuyo final no esté tan a la vista. Sus posibilidades no parecen haberse agotado de una manera tan total como para que sea imposible imaginar estilos radicalmente nuevos. Quizá es esta la razón por la que el cine parece haber ganado ascendencia sobre el teatro en el pasado reciente.

Entonces, ¿cómo debe verse el futuro del arte si la evolución estilística ha llegado ya al final del camino? Meyer es de la opinión de que «la época que nos viene (si es que no estamos ya en ella) será un periodo de *éxtasis estilístico*, un periodo caracterizado, no por un desarrollo lineal y acumulativo de un sólo estilo fundamental, sino por la coexistencia de una multiplicidad de estilos bastante diferentes dentro de un equilibrio fluctuante y dinámico... la música, por ejemplo, será tonal y no tonal, seguirán em-

pleándose técnicas de azar y seriadas, así como medios electrónicos e improvisados. Del mismo modo, en las artes visuales, los estilos y movimientos actuales —abstracto, expresionismo y surrealismo, arte representativo y «op», escultura cinética y realismo mágico, arte «pop» y no objetivo— encontrarán partidarios y defensores. Aunque en literatura las escuelas y técnicas no están tan claramente definidas, las actitudes y tendencias actuales —la novela «objetiva», el teatro del absurdo, así como maneras y medios más tradicionales— creo que persistirán.» Así pues, Meyer opina que, además de estos artistas que trabajan en los estilos transcendentalistas de hoy en día, para los cuales la comunicación con significado entre el artista y su audiencia ni es posible ni se intenta, continuarán existiendo otros artistas que persistirán en el uso de los estilos semánticos anteriores. Aunque los primeros, por supuesto, no aumenten el capital acumulado de manifestaciones con significado, los últimos continuarán aumentándolo indefinidamente. Y dice Meyer que no conoce «ninguna razón teórica o práctica por la que un compositor contemporáneo con talento y bien entrenado no pueda escribir, por ejemplo, un excelente concertó grosso en el estilo del barroco tardío. Y aunque, a menos que fuera un genio, la composición estuviera por debajo del trabajo de Bach, se podría comparar favorablemente, en cuanto al interés y la calidad, con innumerables trabajos de inferiores compositores del barroco». Según Meyer, no se ha hecho un uso tan anacrónico de los estilos del pasado hasta ahora, porque se consideraba corrupto, desdeñable, y deshonesto desde el punto de vista de nuestras creencias culturales acerca de la originalidad y la creación, la causalidad y la Historia. Pero, así continúa Meyer, el abandono de dichas creencias y su sustitución por la filosofía del transcendentalismo eliminará todas las barreras para la vuelta a los estilos de épocas pasadas.

A pesar de eso, me parece improbable que la futura utilización de los estilos del pasado en la época venidera de éxtasis estilístico, permita mucho más progreso en las artes. Contra el argumento de Meyer podría aducirse que la auténtica razón por la que se abandonó el estilo barroco fue, simplemente, que sus posibilidades creativas fueron agotadas por Bach. Y que, como escribió T. S. Eliot, en un pasaje citado por Meyer, «Cuando un gran poeta ha vivido, hay ciertas cosas que se han hecho de una vez y para siempre, no se pueden realizar de nuevo». De aquí, que el compositor con talento del futuro sería un imprudente si escogiera el estilo del barroco tardío para comunicar algo original y con significado. Por supuesto, en este

caso no sería un transcendentalista y tendría escrúpulos para retornar al atavismo estilístico. Pero si el compositor con talento del futuro fuera un transcendentalista y, por lo tanto, se sintiera libre para usar cualquier estilo, pasado o presente, no compondría, por definición, una forma con significado. Es decir, su concertó grosso barroco sería semánticamente tan ineficaz como la lata de sopa Campbell del artista pop.

Los presentimientos sobre la llegada de un final para el arte han llegado a ser ya algo corriente, sin embargo, la posibilidad de que la ciencia tenga un final es algo sobre lo que se ha escrito mucho más raramente. Uno se acuerda, por supuesto, de aquél episodio tan comentado de cómo algunos físicos *fin de siècle* creyeron que la física estaba acercándose a su final. El craso error de aquella gente, a la luz de la entonces inminente llegada del cuanto y de las teorías de la relatividad, ha enseñado a las siguientes generaciones la lección de que uno no puede saber nunca qué nuevo descubrimiento científico está a punto de producirse. Debo admitir que este cuento exhortatorio debería hacer que todo el mundo recelase de la creencia que predice un final para las ciencias. Pero tal como decía Meyer, plenamente convencido de su posición como profeta del éxtasis artístico, refiriéndose a las falsas predicciones anteriores sobre la llegada del final de la evolución artística, nadie creyó al muchacho que gritó «lobo» después de haber engañado tantas veces, pero finalmente llegó el lobo. Y por eso, aunque en nuestros días casi todos los científicos creen aún enfrentarse a un progreso ilimitado de nuestro conocimiento sobre la naturaleza, voy a exponer algunos argumentos de los que puede concluirse que para las ciencias, del mismo modo que para las artes, el final está a la vista.

En primer lugar, quiero considerar brevemente una posible limitación socioeconómica de la ciencia. Desde el siglo XIX se ha reconocido generalmente que los frutos de la investigación científica son las raíces del progreso económico, siendo los responsables de que el hombre tenga cada vez mayor dominio sobre la naturaleza hostil. Verdaderamente, los gobiernos de los países tecnológicamente avanzados han empezado a comprender, finalmente, que el apoyo a la investigación científica ha reportado hasta ahora mayores beneficios que cualquier otra inversión social. En consecuencia, una fracción cada vez mayor de los productos nacionales brutos de esos países ha sido consagrada a las ciencias, las cuales a su vez resultan ser cada vez más caras. Pero, como esta demanda de dominio sobre la na-

turaleza hostil está llegando al objetivo final, como los avances tecnológicos que se han realizado, gracias a la aplicación de los resultados de la investigación científica, vencen a todas las amenazas que se yerguen sobre la supervivencia humana como el hambre, el frío y la enfermedad, la nueva investigación científica parece haber llegado a un punto a partir del cual su utilidad es cada vez menor. Por tanto, es posible que ocurra una disminución en el gran interés actual en financiar las ciencias. Sin embargo, este argumento puede perder su validez si con el advenimiento de lo que Herman Kahn llama la edad «post-económica» las ciencias siguen funcionando. Ya que para esa época, el progreso tecnológico habrá dado lugar a un producto nacional bruto infinitamente grande, una condición bajo la cual habrán perdido su importancia las consideraciones utilitarias para decidir las cantidades que deben asignarse a cada una de las actividades de la sociedad.

En segundo lugar, y lo que es más importante, quiero considerar lo que yo creo que son límites intrínsecos de las ciencias, límites a la acumulación de manifestaciones con significado sobre los sucesos del mundo exterior. Creo que todo el mundo estará de acuerdo con que hay ciertas disciplinas científicas que, por los fenómenos a los que se dedican, están limitadas. La Geografía, por ejemplo, está limitada porque su finalidad de describir las características de la Tierra es algo claramente limitado. Incluso si la totalidad del gran número de detalles topográficos y demográficos existente se llegase a describir algún día, parece evidente que, a pesar de eso, sólo podría abstraerse de esos detalles un número limitado de relaciones significativas. Y, como traté de mostrar en *La llegada de la Edad de Oro*, la Genética no sólo tiene límites, sino que su propósito de entender el mecanismo de la transmisión de la información hereditaria se ha alcanzado ya de hecho. Verdaderamente, y aquí probablemente me aparte de algunos que me aceptaron el ejemplo precedente, incluso esos taxones científicos considerados como mucho más amplios, como la Química, y la Biología también tienen límites. Ya que, a fin de cuentas, en su interés por comprender el comportamiento de las moléculas y de los agregados moleculares «vivientes», está inmanente un propósito definido y circunscrito. De este modo, aunque el número total de moléculas químicas posibles sea muy grande, y la variedad de reacciones que puedan llevar a cabo sea enorme, el propósito de la Química de comprender los principios que gobiernan el comportamiento de dichas moléculas está claramente limitado,

del mismo modo que el propósito de la Geografía. En lo que concierne a la Biología, desde el triunfo de la Genética molecular, ya sólo parecen quedar por resolver tres profundos problemas: el origen de la vida, el mecanismo de la diferenciación celular, y la base funcional del sistema nervioso central A mi modo de ver, el nuevo enfoque conseguido con el dogma central de la Genética molecular proporcionará la clave para solucionar también estos últimos problemas. Y, si se considera la hueste de biólogos actualmente dispuestos a dar la batalla y la gran armería de material experimental a su disposición, el origen de la vida, la diferenciación y el sistema nervioso no podrán dejar de sufrir el destino que tuvo la herencia en estos últimos veinte años. Por supuesto, no incluyo la solución al mecanismo de la consciencia entre estas predicciones optimistas, ya que sus aspectos epistemológicos le sitúan como el problema filosófico central de la vida y le colocan fuera del dominio de la investigación científica.

Así pues, el dominio de investigación de una disciplina científica con límites, puede presentar un número enorme y prácticamente inagotable de sucesos que estudiar. Pero, a pesar de todo, la disciplina tiene límites porque su objetivo está a la vista. El conocimiento de este horizonte intelectual encierra en sí mismo un juicio de valor, ya que la grandeza de un descubrimiento científico puede ser medida en términos de la magnitud del paso que representa hacia el logro de ese objetivo. Por consiguiente, inmanente a la evolución de una disciplina científica con límites, hay un punto a partir del cual los beneficios disminuyen; una vez que se hayan hecho los grandes descubrimientos que acercan la disciplina a su meta, los nuevos esfuerzos que se realicen tendrán, necesariamente, cada vez menos significado.

Sin embargo, hay por lo menos una disciplina científica que parece no tener límites: la Física, o ciencia de la materia. Mientras que los objetivos de las disciplinas con límites se definen, a fin de cuentas, en términos de conceptos físicos, el objetivo de la Física de entender la materia, debe permanecer, necesariamente, sin definir y por lo tanto escondido de la vista. En otras palabras, es difícil imaginarse una serie de definiciones que «expliquen» la naturaleza de la materia. Ya que dicha explicación sólo puede ser proporcionada por la *Metafísica,* en el verdadero sentido de este término. Por lo tanto, no habría ningún límite para las manifestaciones con significado, que puede esperarse que proporcione la Física. Verdaderamente, la Física podría generar un número ilimitado de sub-disciplinas con

límites (del mismo modo que generó la mecánica, por ejemplo). Pero, aunque la Física es, en principio, una disciplina sin límites, puede esperarse que en la práctica también encuentre limitaciones. Como ha señalado Pierre Auger, los límites de la Física son puramente físicos, se deben a las propias limitaciones humanas de tiempo y energía. Estas limitaciones hacen imposibles para siempre, aquellos proyectos de investigación que lleven consigo la observación de sucesos en regiones del universo a más de diez o quince billones de años luz de distancia, el viajar muy lejos de nuestro sistema solar, o el generar partículas con energías cinéticas que se acerquen a las de los rayos cósmicos de alta energía.

Además, el propio hecho de que la Física no tenga límites parece llevar consigo una limitación heurística por paradójica que pueda parecer esta afirmación. Hasta donde soy capaz de entender, las disciplinas fronterizas en los dos extremos abiertos de la Física, la Cosmología y la Física de la alta energía, parecen moverse rápidamente hacia un estado en el que se está haciendo progresivamente menos claro qué es realmente lo que, en el fondo, uno está tratando de encontrar. ¿Qué significado tendría realmente el comprender el origen del universo? ¿Y qué significado tendría el encontrar, al fin, la más fundamental de las partículas fundamentales? Así, la prosecución de una ciencia sin límites también parece encerrar un punto a partir del cual disminuye el beneficio intelectual. Ese punto se alcanza al darse cuenta de que el objetivo se encuentra escondido en una pesada sucesión de cajas chinas sin final.

Para el propósito de esta discusión, los matemáticos pertenecen a una categoría especial, por cuanto que ocupan una posición intermedia entre las artes y las ciencias. Como el dominio de las Matemáticas es la Lógica, abarca tanto el mundo interior de los sucesos privados como el mundo exterior de los sucesos públicos al que se aplica la lógica. Creo que con la aparición del teorema de Gödel hace unos treinta y cinco años, las Matemáticas han llegado, ciertamente, a tener los límites abiertos. Ya que este teorema ha mostrado que cualquier grupo de axiomas de complejidad comparable a lo que encierra nuestro concepto de número, generará algunas proposiciones cuya verdad o falsedad no pueden demostrarse, excepto haciendo que ese grupo forme parte de un sistema axiomático mayor. Este sistema mayor, generará a su vez nuevas proposiciones indeterminadas. Sin embargo, no me sorprendería enteramente de que también las matemáticas alcanzasen pronto un punto de disminución de beneficios.

Auger considera también la posibilidad de que haya límites mentales a la Física debido a las fronteras humanas del intelecto. Auger pregunta «¿hasta qué punto no hay un límite natural al rango de abstracciones y complejidad que puede ser cubierto por el pensamiento matemático? El número de células nerviosas en el cerebro, aunque es considerable, no es infinito, así como tampoco lo es el número de conexiones establecidas entre ellas». Creo que éste es un punto importante, aunque tal como lo expone Auger podría creerse que subestimó la posibilidad obvia de que la articulación del cerebro y el ordenador puede proporcionar un aumento indefinidamente grande del número de «células nerviosas» disponibles para pensar. Sin embargo parece existir un límite intelectual de la Física que no parece verse afectado por el hecho de recurrir, en el futuro, a la herramienta auxiliar de la lógica que proporcionan los ordenadores. Este límite se deriva de la circunstancia de que los principales conceptos epistemológicos humanos, y creo que innatos, tales como la realidad y la causalidad, surgen de una dialéctica entre los hechos de la vida de nuestro ambiente infantil y la red de conexiones, determinada genéticamente, de nuestro cerebro. La evolución seleccionó este cerebro (y la tendencia al desarrollo ontogenético de su epistemología innata) para tratar «con éxito» los fenómenos superficiales de cada día, pero no para manejar conceptos oscuros tales como la naturaleza de la materia o del cosmos. O, dicho de otro modo, nuestros conceptos innatos representan un sistema axiomático, que, según el teorema de Gödel, contiene proposiciones de límites abiertos. Cuando encontramos dichas proposiciones e intentamos ocuparnos de ellas manejando nuestros axiomas innatos, pagamos con una pérdida de significado físico la ganancia en coherencia lógica. Por ejemplo, aunque la sustitución de la causalidad determinista por la probabilística en la consideración de los fenómenos subatómicos ha hecho posible su adecuada formulación teórica, los resultados obtenidos parecen violentar el sentido común.

Ahora bien, el obstáculo al progreso científico que supone el sentido común es, como la falta de imaginación de los falsos profetas del final de la Física, el sujeto de otra homilía tradicional predicada en los albores de la Filosofía natural. El sentido común, así se le explica al estudiante, le dice al hombre que la Tierra es plana, que el Sol gira alrededor de la Tierra, y que las fuerzas no pueden actuar a distancia. Por lo tanto, el sentido co-

mún impidió, durante mucho tiempo, que reconociéramos lo que hoy sabemos que es cierto y que aceptamos ampliamente. En otras palabras, algo que ayer no tuvo sentido puede ser hoy de sentido común. Pero creo que esta visión canónica del papel obstructivo del sentido común en la Historia de la ciencia es bastante superficial ya que no considera las consecuencias psicológicas de esta evolución. En primer lugar, las ideas actuales de que la Tierra es redonda y de que gira alrededor del Sol gracias a la intervención de fuerzas que están actuando a distancia, no se desarrollan realmente como parte del sentido común del niño mediante el uso de sus axiomas epistemológicos innatos al tratar con el mundo exterior de su ambiente infantil. Antes bien, esas abstracciones no naturales le son impuestas por los adultos a una edad intelectual más madura. En segundo lugar, creo que cada una de esas contraórdenes dirigidas al sentido común produce un cuanto de alienación de la realidad, o engendra una erosión parcial del «principio de realidad» (del que volveré a hablar en el siguiente capítulo). Así pues, podemos darnos cuenta de otra contradicción interna en la ciencia: los axiomas innatos en los que nuestro cerebro basa su conocimiento del mundo exterior y de los que nace el sentido común, sufren una violación cada vez mayor a medida que se desarrolla la evolución de la investigación en el campo de la Física. Este proceso intelectual da lugar, a su vez, a un alejamiento progresivo de la realidad de ese mundo exterior, a una pérdida del significado psíquico de los conocimientos adquiridos sobre su funcionamiento, y, por lo tanto, a una disminución del interés por realizar nuevas investigaciones sobre los fenómenos de dicho mundo exterior.

¿Y qué hay sobre las «jóvenes» ciencias sociales? ¿No son las ciencias del futuro, de cuyo desarrollo tenemos ahora la más imperiosa necesidad? Seguramente, quedan por descubrir muchos principios fundamentales de Economía y Sociología cuya aplicación, finalmente, permitirá al hombre controlar, no sólo la naturaleza hostil, sino también el trato con sus semejantes. Pero aquí encontramos el tercero, y para los propósitos de esta discusión, el que yo considero como el obstáculo más importante para el futuro progreso de las ciencias. A mi entender, este obstáculo fue reconocido por primera vez por el matemático Benoit Mandelbrot hace algunos años, mientras realizaba un análisis estadístico de algunas series econométricas temporales, tales como las fluctuaciones en el precio del algodón. En el

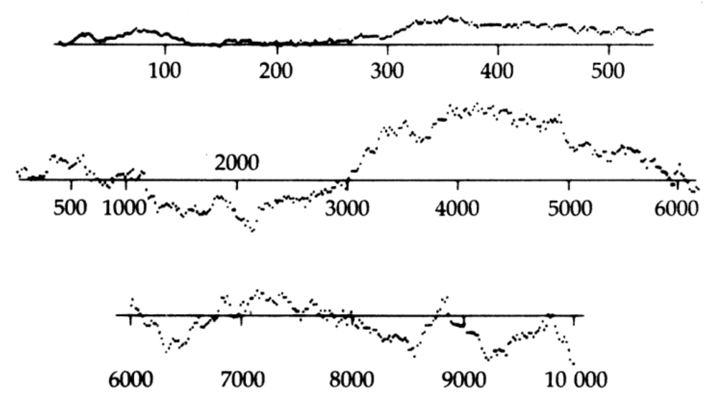
curso de este análisis, Mandelbrot desarrolló un argumento epistemológico cuya aplicabilidad va más allá de la economía, y pone de manifiesto una barrera bastante más fundamental que cierra el fácil avance que ha tenido nuestra capacidad de descubrir nuevas leyes, tanto en las ciencias sociales como en las naturales. Este argumento tiene una afinidad considerable con el análisis precedente sobre la percepción de significado en la música; verdaderamente, podría ser útil para esta discusión el considerar la ciencia como la percepción de la música de la naturaleza. Lo que sigue a continuación es un resumen bastante superficial de lo que entiendo que son el argumento general y las principales conclusiones de Mandelbrot.

Recordemos, en primer lugar, que la ciencia —es decir, el esfuerzo para inferir relaciones causales a partir de sucesos públicos del mundo exterior— es, por su propia naturaleza, un esfuerzo estadístico. El científico cree que reconoce algún común denominador, o alguna estructura, en un conjunto de sucesos, infiere que esos sucesos están relacionados, y entonces trata de derivar una «ley» que explique la causa de su relación. Un suceso que sea único, o al menos aquel aspecto de un suceso que le haga único, no puede ser, por lo tanto, objeto de investigación científica. Como un conjunto de sucesos únicos no tiene un denominador común, y no hay nada que explicar dentro de él, dichos sucesos son *al azar,* y el observador los percibe como *ruido.* Ahora bien, como todos los sucesos reales llevan incorporado algún elemento único, todos los conjuntos de sucesos reales contienen algo de ruido. Y por eso, el problema básico de la investigación científica es reconocer una estructura con significado en un conjunto de sucesos, por encima de su inevitable ruido de fondo. Este problema de percepción es formalmente análogo a reconocer el significado de la secuencia de tonos en la música no transcendentalista. De hecho, no es más que otro ejemplo del problema teórico-informativo fundamental de distinguir la señal y el ruido en cualquier clase de comunicación. De aquí que cuanto menor sea el ruido de fondo de un fenómeno natural —es decir, cuanto menor sea el papel de los sucesos únicos que le constituyen dentro del marco general— menos ambigua será su estructura. Y tal como aumentó la sofisticación del oyente en la evolución del estilo musical hacia secuencias temporales-tonales cada vez menos estructuradas, aumentó también la sofisticación del observador en la evolución de los análisis científicos hacia fenómenos cada vez menos estructurados. Así pues, la mayor parte de los fenómenos naturales que fueron explicados con éxito por las

teorías científicas que aparecieron antes de los últimos cien años, están relativamente libres de ruido. Dichos fenómenos se explicaron mediante leyes *deterministas,* las cuales afirman que una serie dada de condiciones iniciales (situación antecedente) puede conducir a un y sólo un estado final (situación consecuente). Pero hacia el final del siglo diecinueve se llegaron a emplear los métodos de la estadística matemática en los anteriores fenómenos físicos inescrutables que contenían una cantidad de ruido apreciable. Este desarrollo dio lugar a la aparición de las leyes *indeterministas* de la Física, tales como la teoría cinética de los gases y la mecánica cuántica. Estas leyes indeterministas consideran que una serie dada de condiciones iniciales puede conducir a varios estados finales alternativos. Sin embargo, una ley indeterminista, no está desprovista de valor predictivo, ya que se asigna una probabilidad de realización a cada uno de los distintos estadios finales. Verdaderamente, una ley determinista puede considerarse como un caso límite de una ley indeterminista más general en la que la probabilidad de ocurrencia de *uno* de los estadios finales alternativos se acerca a la certeza. (Aquí, deberíamos conceder algún crédito a los falsos profetas del final de la Física; por lo menos, parece que percibieron correctamente que la Física *determinista* llegaría al Final en su tiempo.) El test convencional para conocer la validez, tanto de las leyes deterministas como de las indeterministas, es que se produzcan sus predicciones en observaciones futuras. Si las predicciones se producen, la estructura que cree haber percibido el observador en el fenómeno original puede ser considerada como verdadera.

Ahora, Mandelbrot afirma que la ciencia está actualmente en el umbral de lo que él llama un *segundo estadio de indeterminismo,* por cuanto que muchos de esos fenómenos con ruido, que siguen eludiendo una correcta explicación teórica, no sólo serán inaccesibles al análisis mediante las teorías deterministas al viejo estilo, sino que también se mostrarán refractarias a la formulación mediante las teorías actuales del primer estadio indeterminista. Al elaborar este punto, Mandelbrot llama la atención sobre el carácter estadístico del ruido que aparece debido al aspecto de azar de un conjunto de sucesos naturales: la *actividad espontánea del sistema.* Para el conocimiento de un sistema, la naturaleza de su actividad espontánea es de la mayor importancia. En la mayor parte de los sistemas en los que hasta ahora, ha sido posible elaborar con éxito teorías científicas indeterministas

de primer estadio, la actividad espontánea sigue una distribución estadística tal que el valor medio de una serie de observaciones converge rápidamente hacia un límite. Ese límite puede ser sometido a análisis del tipo clásico determinista. Por ejemplo, en la teoría cinética de los gases, la actividad espontánea de un gas satisface esta condición. Aquí, la energía de las moléculas individuales está sometida a una variación muy amplia (variación térmica), pero la energía media por molécula converge hacia un límite y, por lo tanto, a efectos prácticos, puede ser determinada. Pero muchos de los fenómenos para los que no ha sido posible elaborar teorías científicas con éxito, parecen poseer una actividad espontánea de distribución bastante diferente. Para dichos fenómenos el valor medio de una serie de observaciones converge sólo muy lentamente, o bien no converge, hacia un límite. Y aquí, según Mandelbrot, es muchísimo más difícil asegurar hasta qué punto cualquier estructura que el observador cree haber percibido es real, o una mera invención de su imaginación.



Gráfica de las ganancias de Paul en un juego de cara o cruz, jugado con una moneda normal. Los puntos en los que la gráfica cruza la línea horizontal (ganancia = 0) parecen estar muy agrupados, aunque los intervalos entre esos puntos son, obviamente, estadísticamente independientes. Para apreciar completamente la extensión del agrupamiento aparente en esta figura, nótese que las unidades de tiempo usadas en la segunda y tercera filas equivalen a veinte jugadas. Por tanto, la segunda y tercera líneas tienen menos detalle, y cada una de las zonas en las que la gráfica cruza la línea horizontal es realmente una agrupación o una agrupación de agrupaciones. Por ejemplo, los detalles de la agrupación alrededor del tiempo 200 pueden verse claramente en la primera línea en la que se usa una unidad de tiempo igual a dos jugadas. (Tomado de W. FELLER, *An introduction to Probability Theory and its Applications,* 2.ª ed., John Wiley & Sons, Nueva York, 1975.)

Para ilustrar este punto, Mandelbrot cita la gráfica de una partida de cara o cruz de cien años de duración entre Peter y Paul, que se reproduce aquí. Si fijamos nuestra atención en los puntos en los que las fortunas de Peter y Paul son iguales (es decir, los puntos en los que la gráfica cruza la línea horizontal), observamos que la distribución de densidad de esos puntos es extremadamente irregular. En particular, está claro que la variabilidad relativa en el número de dichos cruces por intervalo de tiempo no disminuye al considerar intervalos cada vez más largos. En dicha gráfica, un observador interesado (por ejemplo, un jugador) puede percibir una gran riqueza de detalle y estructura. Pero cualquier estructura percibida es, evidentemente, una mera ilusión del cerebro del observador que no tiene conexión con el mecanismo de azar que realmente generó la gráfica y que seguirá generando sucesos futuros.

Mandelbrot sugiere el experimento hipotético de tomar la gráfica de la partida de cara o cruz de Peter y Paul como la sección topográfica de una parte del mundo hasta ahora desconocida, en la que las regiones por debajo de la línea horizontal continua estén bajo el agua. Evidentemente, esta gráfica manifiesta características geográficas «típicas» tales como «océanos», «islas», «archipiélagos» y «lagos». El problema está ahora en cómo decidir hasta qué punto la formación de esta topografía fue debida a una causa determinada o bien al azar. Evidentemente, será enormemente difícil el tomar cualquiera de estas decisiones. Este problema hipotético es, de hecho, parecido a la situación real, en la que la variación en tamaño de las islas terrestres sigue el mismo tipo de distribución estadística que la variación en las distancias entre los puntos en los que se cruza con el cero la gráfica del cara o cruz. Este tipo de distribución se llama distribución de «Pareto», en honor del economista italiano de principios de siglo que la observó por primera vez en la distribución de rentas. Verdaderamente, muchos otros fenómenos geofísicos, meteorológicos y astrofísicos, tales como el tamaño de los depósitos minerales, cantidad de lluvia anual, y energías de meteoritos y rayos cósmicos, siguen distribuciones de Pareto. La fácil percepción de estructura en estos fenómenos, tal como vimos en la distribución de densidades de los cruzamientos con la línea cero en la partida de cara o cruz de Peter y Paul, no garantiza que no se deban al puro azar. Y, tal como arguye Mandelbrot, el trabajo requerido para evaluar la realidad de cualquier estructura inferida de un sistema que muestre una

estadística de Pareto excede varios órdenes de magnitud del trabajo llevado a cabo hasta ahora en la evaluación de leyes deterministas o indeterministas de primer estadio, inferidas de sistemas que muestran estadísticas cuyos valores medios convergen rápidamente hacia un límite. Así pues, mientras las observaciones de dimensiones tan claramente vacilantes no pueden evaluarse con tests de leyes indeterministas de segundo estadio inferidas de sistemas en los que no haya convergencia de los valores medios hacia un límite, su análisis científico será, necesariamente, ambiguo. Por supuesto, existe un espectro de situaciones intermedias en las que aparece una lenta convergencia de los valores medios hacia un límite, disminuyendo el esfuerzo requerido para analizar dichos sistemas con la rapidez de esta convergencia.

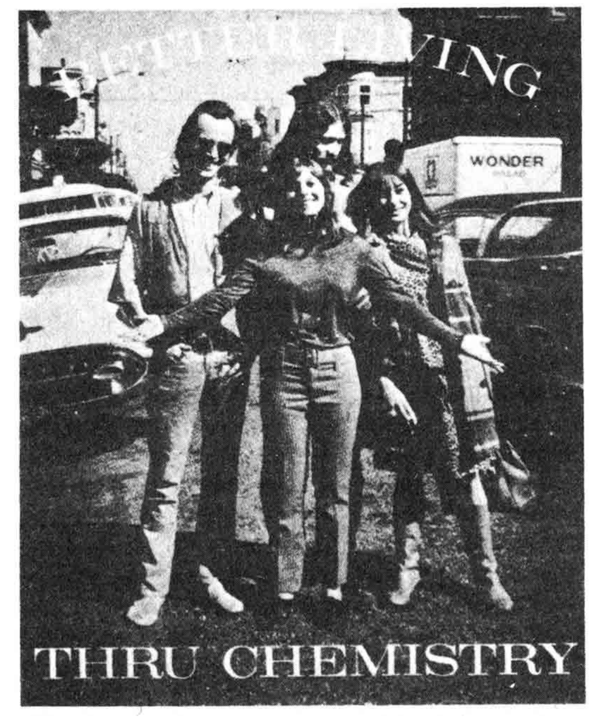
El punto principal de Mandelbrot, sin embargo, trata del futuro de las ciencias sociales, particularmente de la economía y la sociología. Señala en primer lugar que la ausencia manifiesta de teorías satisfactorias en estos campos, si se compara con las Ciencias Naturales, no puede achacarse (tal como se hace a menudo) a una diferencia de edad. Al contrario, la teoría de la probabilidad apareció conectada a problemas de las ciencias sociales más de un siglo antes de que las teorías indeterministas hicieran su primera aparición en la Física. Por lo tanto, la Física indeterminista es más joven que la Economía. No, la diferencia parece surgir de la predominancia de las distribuciones de Pareto en los fenómenos básicos a los que las ciencias sociales deben dirigir sus análisis cuantitativos. En economía, por ejemplo, el tamaño de las empresas y las fluctuaciones en los beneficios y los precios siguen la ley de Pareto. En sociología, los tamaños de las «aglomeraciones humanas» tienen una distribución similar que demuestra que los términos de sentido común tales como «ciudades», «villas», y «pueblos» son estructuras ambiguas y subjetivas. El que nuestro vocabulario contenga estos términos es un reflejo de nuestro hábito de dar una descripción específica a un mundo cuyos sucesos se intuyen en términos de estadísticas con valores medios convergentes. O, tal como lo expresó Meyer, «la redundancia que somos capaces de descubrir en el mundo está, parcialmente, en función de la organización —la redundancia— con la que está constituido el sistema nervioso». Así pues, según este argumento, esperar un próximo florecimiento de las ciencias sociales puede ser una esperanza vana, porque la mayor parte de sus leyes serán del tipo indeterminista de

segundo estadio. Y por consiguiente, la verificación de esas leyes requeriría a menudo acciones que excederían en varios órdenes de magnitud todos los esfuerzos realizados en las Ciencias Naturales. Como no está claro actualmente que dichos esfuerzos caigan dentro del campo de lo posible, la economía y la sociología pueden seguir siendo por mucho tiempo las disciplinas ambiguas y subjetivas que son en el presente. Ya que sólo en casos excepcionales sería posible asegurar hasta qué punto sus leyes fundamentales representan a la realidad o son invenciones de la imaginación.

Me parece que hay un fuerte parecido formal entre la semántica inútil del arte transcendentalista y la epistemología ambigua del indeterminismo de segundo estadio de la ciencia. En ambos casos el que lo percibe es más o menos libre de hacer con su experiencia lo que quiera. A su entender, los sucesos que presencia están originados por el azar. Así pues, las artes y las ciencias, que en tiempos remotos empezaron siendo sublimaciones del deseo de poder y que, desde entonces, han recorrido caminos diferentes parecen estar acercándose ahora a una misma situación: Queda mucho trabajo por hacer, pero ¿hasta qué punto tiene significado?

BIBLIOGRAFIA

FIEDLER, L. A.: *Waiting for The End*, Delta Books, Nueva York, 1964.
LANGER, SUSANNE, K.: *Philosophy in a New Key,* Mentor Books, Nueva York, 1948.
MANDELBROT, B.: New Methods in Statistical Economics, *Journal of Political Economy,* 71,421 (1963).
MEYER, L. B.: *Music, the Arts and Ideas,* Univ. Chicago Press, 1967.
PRICE, D. J. DE SOLLA: *Science Since Babylon,* Yale Univ. Press, New Haven, 1962.



Mejor vida gracias a la Química en el distrito Haight-Ashbury, de San Francisco, California, 1965. Fotógrafo, Edmund Shea. (Con permiso de Libra Artworks. American Newsrepeat Company, Berkeley.)

3. EL CAMINO HACIA POLINESIA (1969)

Después de haber perfilado las contradicciones internas y los límites del progreso en los dos capítulos precedentes, es hora ya, finalmente, de hablar de la condición humana que los estadios finales del progreso parecen estar ocasionando. Como indiqué en el principio de mi exposición, considero que esta condición es la de la Edad de Oro descrita por Hesíodo hace más de veinticinco siglos. Ya que las consecuencias seculares del progreso han preparado a la Tierra para que aquella raza dorada de hombres mortales, gracias a la tecnología, viva como los dioses, sin pena en el corazón, libres de trabajos y ajenos a las fatigas, sin desfallecimiento de sus brazos y piernas, lejos del alcance de las desgracias. En este capítulo examinaré la llegada de la Edad de Oro.

Sin embargo, antes de empezar esta discusión debe reconocerse honradamente que, por la lógica de mi argumento anterior, no puede darse seguridad científica a mis proyecciones sobre el futuro. Ya que en la discusión precedente sobre los límites de las ciencias, adopté la idea de que «el indeterminismo de segundo estadio» parece estar en vigor en el análisis de los fenómenos sociales. Y por consiguiente, me veo obligado a admitir que las conexiones causales entre los sucesos del pasado cuya existencia he inferido anteriormente y que supongo que han originado el presente, no pueden dar lugar a predicciones seguras sobre los sucesos futuros. Mis percepciones de estructura en la gráfica de la Historia —el fenómeno de la bohemia, las antítesis del deseo de poder y la seguridad económica, la aceleración del progreso, la tendencia hacia la libertad en la evolución artística, el agotamiento de las posibilidades científicas— son, que yo sepa, invenciones de mi imaginación que no tienen mayor realidad que la percepción de estructura en la gráfica de cara o cruz de Peter y Paul por parte del jugador. Y por eso, debe considerarse mi anticipación de la Edad de Oro como una visión subjetiva, más que como una previsión objetiva.

Esto, que a primera vista parece ser una modesta renuncia por mi parte, es, de hecho, el colmo de la presunción, e ilustra un importante aspecto de la escena transcendentalista de hoy en día, que es el desinflamiento de la pericia. Ya que mi propio análisis psicológico-histórico de aficionado, basado en la lectura, durante unos pocos meses, de libros de divulgación, está

a la par con el mejor trabajo de cualquier profesional que haya dedicado toda una vida de estudios a esas mismas materias. Después de todo, según este razonamiento, el profesional de las ciencias sociales no es más capaz de demostrar la validez de sus inferencias que yo de demostrar las mías. Es, de hecho, este desinflamiento de la pericia lo que hizo posible que, no hace mucho tiempo, el lienzo sobre el que esparciera pintura al óleo el chimpancé Betsy, del Zoo de Baltimore, ganase un premio en una exposición de pintura de acción.

Comenzaré este capítulo resumiendo un libro corto, escrito hace aproximadamente cinco años por el físico Denis Gabor, titulado *Inventando el futuro.* Este libro ha tenido una gran influencia sobre mi propio pensamiento, no tanto por convencerme de la validez de su pronóstico final, como por permitirme ver el problema del futuro más claramente de lo que lo había visto antes. Sin duda, otros escritores han hecho análisis más detallados y más profesionales de los muchos tópicos discutidos por Gabor, tales como la superpoblación, el futuro del capitalismo, del comunismo y de los países subdesarrollados, los límites de las artes y las ciencias, y el hombre común y no común. Pero muy pocos de entre esos escritores han intentado hacer la clase de síntesis global de todas esas facetas que hizo Gabor en *Inventando el futuro.* Gabor empieza exponiendo los tres problemas con los que, a su modo de ver, se enfrenta actualmente la humanidad: la guerra atómica, la superpoblación y la Edad del ocio. Si se produce cualquiera de las dos primeras catástrofes, la humanidad estará preparada para enfrentarse a ellas. Los supervivientes del holocausto volverían a trepar para alcanzar lo que se perdió, y los más capaces de entre ellos reconstruirían la civilización. En cuanto a los efectos del exceso de población, la vida al borde de la inanición y el confinamiento en estrechas viviendas de esclavo no son más que aspectos demasiado familiares del pasado. Pero la tercera catástrofe, lá venida de la Edad del ocio en la que el trabajo humano, gracias a la mecanización y a la automatización, se habrá convertido en algo superfluo, encontrará la psique humana sin preparar, ya que el ocio para todos será una completa novedad en la Historia del hombre. El aburrimiento que se deriva de no tener ningún trabajo útil que hacer podría arrastrar a la Humanidad hacia una crisis nerviosa generalizada, parecida a las perturbaciones psíquicas que actualmente no son raras entre las desocupadas esposas de la clase alta. Gabor escribe, «en los últimos treinta años, la tecnología y la ingeniería social han avanzado a pasos agigantados

hacia la Edad de Oro, con “todas las maravillas que se quiera”, cuya contemplación desde lejos fue tan agradable para los intelectuales victorianos, pero se ha hecho muy poco hasta ahora en cuanto a la preparación psicológica para recibirla».

Los pasos agigantados hacia la Edad de Oro sólo se han producido, por supuesto, en los países tecnológicamente avanzados, mientras que la mayoría de la población mundial, en los países subdesarrollados, vive aún en la más abyecta miseria. Pero los países avanzados, particularmente los Estados Unidos y la Unión Soviética, e incluso, hasta cierto punto China, están ya exportando su capital y sus conocimientos técnicos a las naciones atrasadas. E incluso aunque estas acciones no estén necesariamente inspiradas en motivos puramente humanitarios, Gabor cree probable que mediante la inevitable propagación ecuménica de la tecnología, el mundo entero llegará a alcanzar el mismo alto nivel de vida. «Una vez que ha empezado la industrialización», dice, «no hay ni parada ni retorno». En lo que concierne a la economía de este desarrollo, calcula que, incluso si las naciones atrasadas no destinan nada de sus propios beneficios a inversiones productivas, una exportación de tan sólo un 1 por 100 de los beneficios anuales del «mundo libre» (o un 10 por 100 de sus gastos militares) bastaría para el despegue industrial de las naciones atrasadas. Gabor no espera que esta industrialización de los países subdesarrollados ocurra dentro de un sistema político democrático, y cree que «si tratamos de imponer a destiempo normas democráticas y morales en países subdesarrollados no les haremos ningún bien».

En lo que concierne a la probabilidad de una guerra atómica, Gabor encuentra alguna base para esperar que pueda ser evitada, en vista del equilibrio del terror y de la manifiesta política de acercamiento entre los Estados Unidos y la Unión Soviética. Sin embargo, tiene miedo de la posibilidad de que China llegue a ser una potencia atómica, lo que, si ocurriera, «sería verdaderamente un día aciago para China y para el resto del mundo». (La discusión de Gabor no preveía, por supuesto, que en 1968, cuando aquel «día aciago» pasó, las políticas neoimperialistas tanto de los Estados Unidos como de la Unión Soviética seguirían siendo las mayores amenazas para la paz mundial.) En lo que concierne al exceso de población, Gabor considera que el aumento explosivo de la población en los países subdesarrollados es un fenómeno trágico pero pasajero. Posiblemente, millones de asiáticos mueran de inanición antes del final de este

siglo —adultos, y no sólo niños, como ya se ha dado el caso. Pero finalmente, con el aumento de industrialización y de educación, la frecuencia de nacimientos descenderá hasta equipararse con la menor frecuencia de muertes. A largo plazo, es más importante atender a la densidad de población de los países avanzados, ya que allí se decidirá si la densidad de equilibrio de la población va a ser al nivel de inanición Malthusiano o a un nivel más merecido por la dignidad del hombre. De hecho, Gabor cree que debido a los modernos medios de transporte el mundo Occidental ya está superpoblado. Y por eso concluye que la antigua alegría de tener grandes familias es un lujo que la civilización no puede soportar. El cómo persuadir a las jóvenes parejas para que se valgan del control de la natalidad y olviden esa alegría es uno de los más serios problemas para el futuro.

Suponiendo, con esperanza, que pueda evitarse el holocausto atómico y que la población mundial se estabilice a un nivel tolerable, puede uno preguntarse hasta qué punto es tecnológicamente factible, a largo plazo, una Edad del Ocio. En particular, podría preguntarse, ¿no va a tener lugar una extinción de la energía y de los recursos naturales que el hombre está derrochando actualmente a una velocidad cada vez mayor? Gabor cree que hay buenas razones para esperar que esos problemas se solucionen satisfactoriamente. Sin duda, los combustibles fósiles como el carbón y el petróleo no durarán mucho en este mundo, pero, tal como Gabor espera, una vez que la energía de fusión nuclear llegue a ser una realidad, nuestras preocupaciones energéticas habrán acabado durante muchísimo tiempo. Pero incluso si la energía de fusión no se consigue, entonces, otras fuentes de energía, actualmente antieconómicas pero ilimitadas, como la energía solar, las mareas y los volcanes, seguro que serán explotadas. La predecible extinción de los minerales con alto contenido en metales parece ser un problema más serio. Pero aquí Gabor espera que la extracción de minerales, hasta ahora antieconómicos pero muy abundantes, y la sustitución de los metales por plásticos siempre que sea posible, finalmente, solucionarán este problema satisfactoriamente.

Así pues, la edad de la vieja lucha contra la Naturaleza para vencer a la pobreza está ya acercándose a su final. Ha sido una dura lucha, ganada gracias al indomable espíritu luchador del hombre y a las cerradas filas de los caballeros de la ciencia y la tecnología. Pero debido a la acelerante cinética del progreso, el estado de plenitud económica llegó tan bruscamente que la naturaleza humana no tuvo tiempo para hacer los necesarios

ajustes. Gabor recuerda que Moisés, después de mostrar a su pueblo la tierra prometida, le condujo a vagar por el desierto durante cuarenta años, de tal forma que pudiera crecer una nueva generación que fuera merecedora de ella. Según Gabor, «la sabiduría instintiva del pueblo» ha considerado al siglo XX equivalente al desierto bíblico, en el que el hombre puede vagar hasta que aparezca la nueva generación que esté adaptada a la Edad del ocio. Esta sabiduría no es otra que la «ley de Parkinson», que reduce el grado de ocio que nuestra tecnología actual puede proporcionar ya, creando despilfarro y trabajo innecesario. La razón última, y hasta ahora principalmente subconsciente, para la adopción de la ley de Parkinson fue resumida por C. E. M. Joad: «El trabajo es la única ocupación inventada hasta ahora que la Humanidad ha sido capaz de soportar en cualquier dosis excepto las más pequeñas». (Freud, dicho sea de paso, no parecía compartir esta opinión, ya que adoptó la idea de que la gran mayoría de la gente trabaja solamente bajo la presión de la necesidad, y que es la aversión natural del hombre hacia el trabajo lo que produce la mayor parte de los difíciles problemas sociales). Pero ahora que el funcionamiento despilfarrador de la ley de Parkinson ha sido ampliamente reconocido, cree Gabor, que no puede conservarse durante mucho tiempo. El viaje a través del desierto parkinsoniano llegará a un final, y una gran cantidad de gente, particularmente aquellos situados en el espectro de menor inteligencia, no tendrán nada que hacer. Para entonces, la nueva generación estaría preparada para la tierra prometida de nuestros días, en la que el trabajo de una muy pequeña y altamente dotada minoría, u hombre no común, mantendrá a la mayoría en un lujo ocioso. Esta mayoría, u hombre común, será socialmente inútil bajo el prisma de la civilización de nuestros días basado en el evangelio del trabajo.

Gabor desarrolla a continuación una serie de proposiciones eudemonistas para enfrentarse a la amenaza del ocio universal. No las resumiré aquí porque, en mi opinión, no representan más que proyectos para una utopía de un intelectual de mitad del siglo XX. A mi modo de ver, el mayor defecto en estos proyectos —educación, eugenesia, control de la natalidad, solidaridad internacional— es que ignoran la decadencia motivacional que ya es un hecho. Gabor de ningún modo ha dejado de notar esta tendencia; hace *aperçus* tales como que la creciente falta de dureza en la educación de los adolescentes modernos tiende a convertirlos en miembros de la so-

ciedad menos productivos, que el delicado (y algo loco) inventor está llegando a ser una rareza, y que las ambiciones de los estudiantes universitarios no son ya lo que solían ser. Sin embargo, no saca la conclusión de que esos fenómenos no son más que manifestaciones de la pérdida progresiva de deseo de poder. Como el evangelio del trabajo es, patentemente, «la voluntad instintiva de un cuerpo social» que tiene el deseo de poder, ese evangelio está destinado a perder su carisma con el desvanecimiento del deseo.

Para examinar si es realmente cierta la sentencia de Joad de que el trabajo es la única ocupación inventada hasta ahora que la humanidad ha sido capaz de tolerar en cualquier dosis excepto en las más pequeñas, uno debe preguntar si no han existido ya, de hecho, sociedades opulentas dentro de la historia en cuyos dominios el ocio fuera un factor prominente en la vida diaria. (La existencia de clases ociosas que hayan vivido a costa de masas trabajadoras en sociedades con pocos recursos no es, por supuesto, lo que queremos considerar aquí.) Ya que si dichas sociedades opulentas hubieran existido, su ejemplo nos indicaría cómo puede ajustarse la naturaleza humana para enfrentarse al problema planteado por el ocio. Gabor, a pesar de su afirmación de que «el ocio para todos es una completa novedad en la historia humana», sabe que, de hecho, hay ejemplos bien conocidos de ociosos paraísos terrenales. En este sentido menciona Burma, Bali y las islas de los mares del Sur «en donde la gente trabajaba poco y estaba satisfecha con lo que tenía». Describe también con algún detalle a los felices y saludables hunzas en sus fértiles moradas del Himalaya —anota puntualmente que los hunzas no tienen arte— y encuentra que «se queda uno boquiabierto con la sorpresa de que la naturaleza humana pueda ser así». Pero, por razones que yo no puedo comprender, Gabor cree que el ocio proporcionado por un paraíso natural y el proporcionado por un paraíso tecnológico son asuntos completamente diferentes. Al contrario que Gabor, yo creo que el ocio es el ocio, y además encuentro sorprendente el que haya sido tan raramente destacada la obvia importancia de la historia de estos paraísos para nuestra condición presente.

La historia de las islas de los mares del Sur, o, más específicamente, de Polinesia, puede, creo yo, servir de paradigma de la evolución, más general, hacia la Edad de Oro. Estas islas fueron pobladas por una raza audaz y emprendedora que, hace aproximadamente trescientos años se proyectó hacia el Este en botes abiertos desde el sudeste de Asia, cruzando el vacío

sin caminos del Pacífico en busca de mejores hogares. Los viajes de estos hombres representaron osadas hazañas de navegación, en comparación con las cuales el tráfico de los fenicios por el mar Mediterráneo palidece en la mayor insignificancia. Incluso los viajes marítimos mucho más tardíos de los audaces nórdicos a Islandia, Groenlandia y Norteamérica, parecen, en comparación, tímidas empresas. Mientras aún quedaba algo de tierra firme del Pacífico por descubrir hacia el Este y el Norte, la presión de la población en los territorios ya ocupados daba lugar a que grupos desgajados se aventurasen más allá, en lo desconocido, llevando con ellos plantas y animales para aprovisionarse en las islas vírgenes. Coincidiendo con el principio del Renacimiento, la colonización del Pacífico fue completa, y el control de la población, por medio del infanticidio y el canibalismo ceremonial, ya se había instituido. Los colonizadores se pusieron a disfrutar de su ambiente excepcionalmente favorable, de comida abundante, clima suave, y relativa escasez de enemigos naturales o adversidades. Los relatos románticos han exagerado, sin duda, el grado hasta el cual la *vita* en los mares del Sur era *dolce*, pero la felicidad general del ambiente parece haber dado lugar a una personalidad típica, no demasiado diferente de la idea popular del feliz y afortunado polinesio. Aunque la sociedad polinesia no era en modo alguno igualitaria, la seguridad económica para todos sin excepción era su característica dominante. La gratificación sensual era objeto de interés primario, si bien, los peligros no desdeñables hacia la persona, representados por el homicidio y la mutilación parece que fueron afrontados con sorprendente ecuanimidad.

Para los propósitos de nuestras consideraciones presentes, es importante hacer notar que en la época en la que los europeos se entrometieron en esta escena, podía hacerse una diferenciación muy significativa en cuanto a la dirección y el grado de evolución sociopsicológica alcanzado en las diferentes islas de Polinesia. Esto es, cuando más distantes del ecuador o cuanto más estéril y desapacible el territorio, mayor era el vigor residual, o lo que en el argot actual podría llamarse la «garra» de sus habitantes. Posiblemente, los polinesios con más garra fueron los maoríes, cuyos antepasados habían llegado a Nueva Zelanda hacia el año 1000 d.C. Estos colonos poblaban un territorio que, no sólo era mucho mayor que cualquiera de las otras islas colonizadas por su raza, sino que también era el único tan distante del ecuador que entraba de lleno en la zona templada. El maorí mantenía la energía de sus antepasados, eran hábiles agricultores

y artesanos, poseían fuertes organizaciones políticas e instituciones formales de aprendizaje, y en su talla de madera y piedras semipreciosas mantenían una de las pocas formas vitales de arte polinesio (las esculturas megalíticas de las Marquesas y de la isla de Pascua son unos de los pocos ejemplos de arte vital polinesio). El factor predominante en la vida maorí, sin embargo, era la guerra, que constituía su principal ocupación y su base ideológica.

Al otro extremo del espectro social de Nueva Zelanda estaban las islas de La Sociedad, en particular Tahití. Estas islas, en las que la naturaleza mostraba todo su esplendor y la vegetación era lujuriante, fueron colonizadas hacia la época de Cristo. En ellas se produjo una evolución que dio lugar a lo que reconoceríamos ahora como una sociedad *beat*. En esta cultura hedonista no floreció ni la religión ni el arte ni cualquier otro tipo de actividad intelectual. El monoteísmo Tangaroa de los intrépidos navegantes-colonos degeneró hacia un panteísmo carente de forma, no hubo laboriosas esculturas de piedras colosales, y se perdió el arte de la alfarería y el uso de la escritura ideográfica. Y precisamente ese aspecto de Polinesia, y de Tahití en particular, que ha inspirado tanto romanticismo desde su descubrimiento por los europeos, tiene también mucho interés para nosotros debido a la obvia evolución análoga de nuestra sociedad opulenta: sus costumbres sexuales. Evidentemente, la represión del impulso sexual, un aspecto de la naturaleza humana que se supone es muy antiguo y prácticamente ubicuo, sufrió una extensiva desrepresión en el paraíso de los mares del Sur. La promiscuidad sexual entre los adolescentes era la regla general, y aunque se mantuvo la costumbre del matrimonio entre los adultos, la estructura de la familia resultante llegó a ser muy laxa. La poligamia en serie —fáciles y frecuentes divorcios, seguidos de nuevos matrimonios— estuvo en boga, y aunque el adulterio permanecía formalmente proscrito, su práctica era muy común. La libertad sexual de Tahití encontró su apoteosis en la sociedad Arioi. Esta sociedad, que parece haber surgido inicialmente como una secta mágico-religiosa, derivó hacia una organización de ejecutantes de lo que para los estándares europeos eran unos ritos altamente obscenos. Los *sociétaires*, hombres y mujeres, se poseían unos a otros en común, y las reglas de la sociedad exigían que toda la descendencia resultante de esas uniones debía ser asesinada al nacer. Otro aspecto de la sociedad polinesia, muy aplicable a nuestra sociedad opulenta es el importante papel desempeñado por el kava, una droga psicodélica extraída

de la raíz de la planta *Piper methysticum.* En su uso del kava, como en sus prácticas sexuales, Tahití parece haber mostrado un desarrollo extremo. Así como en la Polinesia occidental, durante la época de las primeras visitas europeas, el beber kava estaba confinado fundamentalmente a las ocasiones ceremoniales altamente ritualizadas, en Tahití el kava se usaba libremente en frecuentes viajes alucinatorios personales.

Aparte de las restricciones que sobre la interpretación histórica impone el «indeterminismo de segundo estadio», en cualquier caso es obviamente peligroso profetizar el futuro sobre la base de precedentes históricos. Por muy parecida que pueda parecer alguna situación anterior a la presente, una diferencia aparentemente trivial entre entonces y ahora, entre allí y aquí, podría tener, de hecho, tanta importancia para nuestro destino que podría viciar fácilmente el valor predictivo de cualquier comparación. Por tanto, hay que tener cuidado de no forzar excesivamente la analogía entre Polinesia y la Edad de Oro que está al llegar, en la que la tecnología proporcionará pronto a todos los hombres lo que una constelación de felices circunstancias naturales proporcionó una vez a los isleños de los mares del Sur. Pero, por lo menos, la historia de Polinesia muestra que la «amenaza» del ocio fue afrontada por lo menos una vez antes, simple y llanamente mediante el abandono del evangelio del trabajo. Muestra que la gente no se vuelve necesariamente loca de atar cuando, en un fondo de seguridad económica, la mayor parte de ella no tenga demasiado trabajo útil en qué emplearse. Además esta historia proporciona un apoyo adicional a la idea que traté de desarrollar anteriormente de que la inseguridad económica es una condición necesaria para la transmisión paragenética del deseo de poder, y *a fortiori* para la perpetuación del pináculo de su sublimación: el hombre fáustico. Los vikingos del Pacífico debieron de empezar su migración hacia el Este con una fuerte afición fáustica, pero para la época en la que los encontró el capitán Cook, el hombre fáustico había desaparecido por completo de las islas de La Sociedad.

El ejemplo polinesio nos permite ahora percibir que, aunque, como dice Gabor, en los últimos treinta años la tecnología y la ingeniería social hayan avanzado a pasos agigantados hacia la Edad de Oro, no es cierto que se haya hecho aún muy poco para preparamos psicológicamente para ella. Por el contrario, la ascensión de la filosofía *beat* contra el deseo de poder, engendrada por el *feedback* negativo del acceso a la seguridad económica

en la sociedad opulenta, representa, precisamente, dicha preparación. Obviamente, la perspectiva de un ocio universal supone muy poco terror para la sociedad *beat*.

Pero aunque la respuesta *beat*, o polinésica, al problema del ocio propuesto por la Edad de Oro sea ciertamente una posible solución, ello no implica necesariamente que sea la única. Ga- bor, por ejemplo, cifra sus esperanzas en la aparición de lo que él llama el «hombre mozartiano», un hipotético tipo creativo del cual él cree que Mozart fue un precursor prematuro, y «cuyo arte no vive en conflicto, sino que crea para alegrar, sólo para alegrar». El hombre mozartiano sacará el máximo partido de las oportunidades creativas que le brinda el ocio que le rodea y de este modo proporcionará su inspiración a sus menos dotados y generalmente desocupados conciudadanos, a los cuales, por medio de la apropiada educación, les aleja de la bebida y el crimen. Una visión igualmente optimista de la Edad de Oro ha sido desarrollada por otro físico, John Platt, en su libro *The Step to Man.* Al contrario que Gabor, quien, aunque esperanzado está preocupado, Platt está completamente entusiasmado con la perspectiva del ocio universal. Se imagina que el hombre será liberado al fin de las cadenas del trabajo esclavizante y podrá entonces consagrar por completo sus energías sin límites, hasta ahora empleadas en su mayoría en trabajos serviles, a más elevados procesos creativos. Pero tal como yo he tratado de mostrar, la actividad «creativa» del hombre mozartiano de Gabor, o del equivalente de Platt, tendrá en cualquier caso, una naturaleza cualitativa diferente de la que, me atrevo a decir, esos autores tienen *in mente*. En las artes, lo más probable es que nuestro futuro Mozart no tenga ningún parecido con su homónimo. Será, o bien un transcendentalista cuyas creaciones no intenten contener ningún significado, y menos aún alegría, o un continuador trabajando en uno de los estilos semánticos tradicionales que estuviera en apogeo hace mucho tiempo. En las ciencias, nuestro futuro genio estaría igualmente empeñado en actividades cuyo significado sería improbable que produjera una profunda impresión a Gabor o a Platt. Estaría trabajando en el mapa genético detallado de una especie más de bacterias o buscando una clase más de partícula subatómica. O sería un científico social que desarrollaría una interpretación subjetiva más a partir de unos datos cuya naturaleza estadística quedaría fuera de toda formulación teórica posible. Podría incluso, estar recolectando muestras de roca en Marte, en cuyo caso podríamos preguntarle lo que quería preguntar Arthur Koestler al cadete

del espacio Tom Corbett (en una nota citada por Gabor): «¿Fue realmente necesario tu viaje?»

Es obvio que la filosofía *beat* y el -trascendentalismo están estrechamente relacionados, incluso aunque yo haya discutido previamente sobre ellos en contextos algo diferentes. Evidentemente, la actitud antirracional y dirigida hacia dentro del *beatnik* le hace ser la audiencia natural de los trabajos carentes de significado del arte transcendentalista. Además, la filosofía *beat* parece ser exactamente la infraestructura psicológica adecuada para el científico del futuro, debido a la inferencia previa de que las ciencias se están acercando rápidamente a los límites de su progreso significativo. El científico *beat* obtendrá su satisfacción de la experiencia de estar simplemente en su laboratorio y hacer experimentos que estén llenos de significado *para él*. El que los resultados que obtenga sean realmente originales, correctos, o con significado para cualquier otro, es algo que tiene poca importancia En este sentido, la ciencia puede continuar y continuar, aunque, como el arte, tendrá solamente un parecido superficial con lo que se entendía por ese término en el pasado. Verdaderamente, además de afrontar la amenaza del ocio universal, la ascensión de la filosofía *beat* apartará de la Humanidad otro peligro de la triple alternativa de Gabor: la guerra atómica. Tal como lo veo, la sociedad *beat* supone una garantía contra el holocausto atómico mucho más duradera que el equilibrio de terror. Verdaderamente, nadie estará ya interesado en expresiones del deseo de poder tales como hacer la guerra. En cualquier caso, la ideología y la economía, tradicionalmente los dos motivos principales de la guerra, habrán perdido la mayor parte de su importancia para los transcendentalistas de la Edad de Oro.

Finalmente, quiero considerar el fenómeno bohemio más reciente, los *hippies*, cuya aparición en el distrito de Haight-Ashbury, de San Francisco, en 1966 señaló un nuevo paso adaptativo hacia la Edad de Oro. Me di cuenta de este hecho cuando vi la pintura de Lucas Cranach, *La Edad de Oro*, durante una visita a la pinacoteca de Munich. Me pareció de pronto que el tema del cuadro pintado por Cranach hace cuatrocientos años no era otro que una visión profética de una fiesta *hippie* en el parque Golden Gate de San Francisco. Los *hippies* son, evidentemente, un fenómeno sucesor de los *beatniks*, de los que han tomado su actitud existencial y antirracional, dirigida hacia el interior. Sin embargo, los *hippies* han tirado por la

borda algunas otras piezas del tradicional bagaje motivador y no mantienen más que el mínimo residuo de lo que fuera una vez el potente deseo de poder. Con la aparición de los *hippies* se ha llegado a manifestar una metamorfosis de la psique humana tradicional, más radical incluso que la renuncia al deseo de poder, y que consiste en una erosión de lo que llamó Freud el *principio de realidad.* Según Freud, durante algún tiempo después del nacimiento, el yo del niño incluye la suma total de sus experiencias, tanto las que provienen del exterior como del interior. Solamente en estadios posteriores de su desarrollo, el niño empieza a distinguir entre esas dos fuentes de experiencia. Restringe el yo al mundo de los sucesos internos y empieza a construir una realidad exterior sobre la base de las emanaciones del mundo de los sucesos externos. La capacidad de hacer esa distinción, no hace falta decirlo, tiene un enorme valor para la supervivencia, y su falta, según Freud, es la causa de importantes síndromes psicológicos. No hace falta decir que la posesión del principio de realidad es una condición previa para la posesión de deseo de poder, a través del cual el yo persigue su hegemonía sobre los sucesos del mundo exterior. Freud indicó varias vías, que no tienen por qué ser mutuamente excluyentes, por las que puede llegarse al debilitamiento del principio de realidad. Una de ellas está representada por una pérdida reducida del incluyente yo infantil. En esas personas, el yo adulto aún abarca muchos de los sucesos del mundo exterior, una condición a la que Freud se refería como un «sentimiento oceánico», un sentimiento de unidad con el universo. Otro camino para debilitar el principio de realidad es la reducción voluntaria de observación de sucesos exteriores, ya sea mediante el empleo de drogas o por el control de los instintos, como en la práctica del yoga. Es significativo, que ambas formas de ataque al principio de realidad formen partes importantes de la enseñanza de las filosofías orientales que están encontrando ahora una resonancia cada vez mayor en Occidente. En cierto modo, el principio de realidad sufrió una erosión prematura en el Este. Ya que la productividad económica de aquellas sociedades había alcanzado un nivel lo suficientemente alto para que sólo una pequeña fracción de la gente abrazase ideas tan claramente perjudiciales para la supervivencia en una naturaleza, *de facto,* hostil. Verdaderamente, podría haber sido la extendida adopción *parcial* de esas filosofías hasta un grado compatible aun con la supervivencia física en países tales como la India y China, lo que produjo el es-

tancamiento de esas civilizaciones anteriormente dinámicas. Pero en la sociedad del ocio de la Edad de Oro, la adhesión al principio de realidad ya no será tan crítica para la supervivencia.

Aunque los *beatniks* debilitaron ampliamente su deseo de poder y de este modo renunciaron en gran manera a la ambición de cambiar el mundo exterior, sin embargo aún parecían mantener un contacto considerable con la realidad. Así, las experiencias sensoriales con las que se conseguía la realización del yo provenían, en lo fundamental, del exterior, como lo testifica el interés de los *beatniks* en actividades tales como el viaje, la comida y la bebida, el jazz, la poesía y el sexo. El uso de drogas alucinadoras, aunque no era extraño a los *beatniks*, no asumía la importancia que iba a alcanzar en la escena *hippie* una década más tarde. Ahora, sin embargo, el uso mucho más extensivo de las drogas como fuente de experiencias ha ocasionado un mayor alcance en la negación de la realidad, lo que llama el profeta de la psicodelia, Timothy Leary, el *dropping out*. Es decir, la frontera entre lo real y lo imaginario ha sido disuelta. Para los *hippies*, el principio de realidad está completamente muerto. Esta manifiesta erosión del principio de realidad encerrada en los *hippies* no se inventó, por supuesto, en el distrito de Haight-Ashbury. Por el contrario, la base filosófica de la realidad ha sido el sujeto de críticas discusiones durante unos doscientos años, desde que Immanuel Kant afirmó que las cosas en sí mismas son imposibles de conocer y que nuestra noción de realidad es un producto de la razón humana. La transcendentalista imagen del mundo de los artistas *avant garde* actuales, mencionada en el capítulo precedente, es evidentemente otro reflejo de nuestros días en esta tendencia a minimizar la importancia de la distinción entre lo real y lo imaginado. La disminución de esta distinción también parece ser el tema de películas de estos últimos tiempos, como *El año pasado en Marienbad*, de Resnais, y *Blow up*, de Antonioni. Pero la novedad de los *hippies* consiste en que son la primera comunidad a gran escala en el Occidente que realmente *actúa* de acuerdo con estas ideas.

Finalmente, trataré de sintetizar mis consideraciones precedentes en una imagen de la Edad de Oro que está al llegar. Esta síntesis debe asumir, obviamente, que no habrá guerra atómica, una suposición que está basada fundamentalmente en el optimismo. Pero, de cualquier forma, el fallo en esa suposición hará inútiles todas las consideraciones presentes sobre el futuro del hombre. Si la guerra atómica puede ser evitada en el próximo

futuro, creo que el desvanecimiento general del deseo de poder producirá una condición en la que el holocausto será cada vez menos probable, porque el interés en la guerra se habrá disipado por completo. Siguiendo las proyecciones de Gabor, creo que las naciones actualmente subdesarrolladas alcanzarán, más tarde o más temprano el mismo nivel de opulencia económica que el disfrutado actualmente por las naciones tecnológicamente avanzadas. Estos cambios económicos engendrarán a su vez, la hegemonía global de las actitudes *beat*, que, al menos en Oriente, ya están profundamente arraigadas en la tradición filosófica. Asumo también que no habrá desarrollos tecnológico o biológico tan radicales como el conseguir viajar a una velocidad mayor que la de la luz o el agrandar y alterar la estructura del cerebro humano. El fallo en esta última suposición provocaría una fase enteramente nueva en la evolución humana, cuyo curso no podría ser previsto por la simple extensión de la historia pasada.

Con estos supuestos, uno llega a la conclusión de que la Edad de Oro no será muy distinta de una nueva creación de Polinesia a escala global. (No es irrazonable esperar que la elevada frecuencia de infanticidio y homicidio de la Polinesia de antaño no sea una característica de la Edad de Oro, ya que ahora hay más medios disponibles para evitar la superpoblación.) Aunque no habrá nunca suficientes Tahitís para acomodar a la población mundial, habrá confortables apartamentos metropolitanos con aire acondicionado que producirán fácilmente un sustitutivo satisfactorio de la auténtica brisa de la playa. El deseo de poder no se habrá desvanecido por completo, pero la distribución de su intensidad entre los individuos se habrá alterado drásticamente. En un extremo de esa distribución estará una minoría de la gente, cuyo trabajo conservará intacta la tecnología que mantiene a la multitud en un alto nivel de vida. En el medio de la distribución se encontrará un tipo, ampliamente desocupado, para quien la distinción entre lo real y lo ilusorio seguirá teniendo significado y cuyo prototipo es el *beatnik*. Mantendrá un interés por el mundo y obtendrá satisfacción en los placeres sensuales. En el otro extremo de la distribución habrá un tipo ampliamente inútil, para el que la frontera entre lo real y lo imaginado se habrá deshecho por completo, por lo menos hasta un extremo compatible con su supervivencia física. Su prototipo es el *hippie*. Su interés por el mundo será bastante pequeño y obtendrá su satisfacción fundamentalmente de las drogas, o, una vez que haya llegado a ser tecnológicamente

posible, de la actuación de la energía eléctrica directamente sobre su sistema nervioso. Esta distribución, se notará, se parece considerablemente a los alfas, betas y gammas en el *Mundo feliz*, de Aldous Huxley. Sin embargo, al contrario que Huxley, yo no supongo que esta distribución sea el resultado de un programa planeado de mejora, sino simplemente una heterogeneidad de una población natural engendrada fundamentalmente por diferencias en la historia de la educación infantil. Además, contrastando con los papeles de ejecutantes de trabajos mecánicos asignados a betas y gammas, los *beatniks* y los *hippies* no representarán otro papel socioeconómico que el de ser consumidores.

En lo que concierne a la cultura, la Edad de Oro será un periodo de éxtasis general, no muy diferente del previsto por Meyer para las artes. El progreso se habrá desacelerado mucho, incluso aunque continúe habiendo actividades formalmente análogas a las artes y las ciencias. Es obvio que el hombre fáustico de la Edad de Hierro vería con considerable aversión esta imagen de sus sucesores opulentos, dedicando su abundancia de tiempo ocioso a los placeres sensuales, o lo que es incluso más repugnante para él, obteniendo una felicidad sintética privada a partir de las drogas alucinógenas. Pero más vale que el hombre fáustico se vaya enfrentando al hecho de que el fruto de todos sus esfuerzos desesperados es, precisamente, *esta* Edad de Oro, y que no supone ningún bien el desearla de otra manera. Milenios de artes y ciencias transformarán, finalmente, la tragicomedia de la vida en una juerga.

BIBLIOGRAFIA

BUCK, P. H.: *Vikings of the Pacific,* Univ. Chicago Press, 1959.
GABOR, D.: *Inventing the Future,* Penguin Books, Harmondsworth, 1964.
HEILBRONNER, R. L.: *The future as History,* Grove Press, Nueva York, 1961.
HUXLEY, A.:*Brave New World Revisited,* Perennial Library, Nueva York, 1965.
PLATT, J. R.: *The Step to Man,* Wiley, Nueva York, 1966.
SUGGS R. C.: *The Island Civilizations of Polynesia,* Mentor Books, Nueva York, 1960.
WILLIAMSON, R. W., Y R. PIDDINGTON: *Essays in Polynesian Ethnology,* Cambridge Univ. Press, 1939.

SEGUNDA PARTE

LA GENETICA MOLECULAR EN EL SALON



Francis Crick y James Watson deslizándose por su doble hélice de ADN. (De la portada del volumen especial de *Nature* [vol. 248, núm. 5451, 1974), conmemorativo del 21 aniversario de la publicación de las cartas que anunciaban el descubrimiento de la estructura del ADN. Reproducido con permiso de Macmillan Journals Ltd.)

4. LO QUE DICEN DEL HONESTO JIM (1968)

Así como los griegos dividieron la historia del hombre en las Edades de Oro, Plata, Bronce, Heroica y Hierro (aunque equivocándose en que la Historia empezó con la Edad de Oro, en lugar de llevarnos a ella), podemos dividir la historia de la Genética molecular en una sucesión de distintos periodos. El primero de éstos, o *periodo clásico* (correspondiente a las Edades de Hierro y Heroica), comenzó en la más remota antigüedad del Neolítico, en los albores de la civilización con sus primeros intentos de criar plantas y animales domésticos. Este periodo duró hasta la década de los años cuarenta, cuando se reconoció que la función de los genes, los factores hereditarios discretos descubiertos por Gregor Mendel a mediados del siglo XIX, consistía en gobernar la formación de enzimas específicos. El periodo clásico dio lugar a un cuerpo de conocimientos que explicaba satisfactoriamente el papel de los genes en la herencia y la evolución, pero en términos formales en lugar de moleculares. El segundo periodo, o *periodo romántico* (correspondiente a la Edad de Bronce), empezó en los años 1940, cuando un reducido y conjuntado grupo de investigadores, muchos de ellos con experiencia en las ciencias físicas y teniendo a Max Delbrück como su foco ideológico, centró su interés en la Genética, con la esperanza de explicar el misterio de la autorreproducción biológica en términos moleculares. El periodo romántico definió claramente los problemas que la Genética molecular iba a solucionar con el tiempo, y marcó el tono y estilo de trabajo de los periodos subsiguientes. El periodo romántico terminó en 1952, cuando se reconoció unánimemente el temprano descubrimiento de Oswald Avery de que el material hereditario —la sustancia que forma los genes— es el ADN. El tercer periodo, o *periodo dogmático* (correspondiente a la Edad de Plata), empezó en 1953, cuando James Watson y Francis Crick descubrieron la estructura en doble hélice del ADN. En la estela de este descubrimiento se adelantaron soluciones moleculares para el arduo problema de cómo se las arregla el ADN para llevar a cabo su autorreplicación y cómo gobierna la formación de enzimas específicas, como una red de dogmas cuya verdad parecía evidente en sí misma. El periodo dogmático acabó en 1961, cuando se consiguió la prueba experimental de la validez general de esta trama dogmática, y cuando fue posible

descifrar el código genético que especifica la relación semántica entre la información hereditaria almacenada en el ADN y la estructura de las enzimas, es decir, el significado de esta información. El cuarto y último periodo, o *periodo académico* (correspondiente a la Edad de Oro), fue solemnemente inaugurado en 1962 por Gustavo VI de Suecia, cuando concedió el Premio Nobel a Watson y a Crick. Este periodo, que aún perdura, ha visto fantásticas realizaciones técnicas, las principales de ellas son el total desciframiento del código genético y una enorme ampliación de nuestro conocimiento del material hereditario a nivel molecular. Ha producido también los primeros frutos prácticos del conocimiento de la genética molecular en la Medicina y la salud pública. Como objeto de futuras investigaciones, la Genética molecular está lejos de haber sido agotada. Pero su atracción como ruedo en el que llevar a cabo la lucha fáustica contra lo misterioso y lo desconocido ha desaparecido casi por completo.

A medida que la Genética molecular se fue estableciendo confortablemente en su periodo académico, al final de la década de los sesenta, los genetistas moleculares empezaron a encontrar el tiempo suficiente para escribir libros no técnicos destinados a familiarizar al público lego con los logros científicos, los orígenes históricos y las implicaciones filosóficas de su disciplina. En otras palabras, los esfuerzos se dirigieron entonces a extender los triunfos de la genética molecular desde el laboratorio al salón. La colección de ensayos autobiográficos *Phage and the Origins of Molecular Biology* (J. Cairns, G. S. Stent y J. D. Watson, eds. Cold Spring Harbor, 1966), publicado en honor del sexagésimo cumpleaños de Max Delbrück por sus antiguos compañeros del periodo romántico, fue una de las primeras realizaciones en este sentido. Aunque esta colección llegó a ser un *succès d'estime,* bien recibido por un reducido círculo de lectores profesionales, no consiguió alcanzar una audiencia más amplia. Pero iba a tener un destino muy distinto *La doble hélice*, el relato de James Watson sobre su descubrimiento junto con Crick de la estructura del ADN. La publicación por famosos científicos de recuerdos personales sobre el trabajo que los hizo famosos es bastante corriente, pero evidentemente había algo enormemente insólito en el libro de Watson. Al contrario de los miles de escritos autobiográficos en este género, que son, por regla general, de interés sólo para expertos que ya están familiarizados tanto con los descubrimientos científicos descritos como con los nombres asociados con ellos,

La doble hélice llegó a ser un *best-seller* internacional, disfrutado por lectores con pocos conocimientos previos sobre Genética molecular y desconocedores de la existencia de Watson, Crick o cualquiera de las otras personas que aparecen en esta historia. Además, el libro de Watson desató una tempestad de controversias entre los biólogos, para los cuales supuso, sin lugar a dudas, el mayor tópico de conversación en los meses que siguieron a su aparición.

La primera indicación de que el libro de Watson debía de tener algo especial surgió tras la aparición en los periódicos de chismorreos sobre su futura publicación, que revelaron que en el año anterior le había sido ordenado a la Harvard University Press por su soberano, la Harvard Corporation, que renunciase a su conformidad para publicar *La doble hélice.* Esos chismorreos hicieron que la nueva editorial de Watson, Atheneum Press, una casa comercial que no desconocía la demanda de la literatura proscrita por el Gran Boston, incrementase enormemente la tirada inicial del libro, una decisión que, en vista de las ventas que siguieron, fue de lo más sabia. Se hicieron numerosas reseñas de *La doble hélice*, y el conjunto de esas críticas resultó ser, a su vez, de gran interés para conocer la idea que se tiene en diversos medios sobre el trabajo y estilo de vida de los científicos. Así, cuando se me pidió que hiciera una crítica del libro de Watson, después de un diluvio de críticas que ya habían aparecido, decidí ocuparme de ello al estilo de la erudición derivativa de segundo orden, lo que en los círculos literarios británicos se alega como típico de los académicos americanos, esto es, estudiando no los autores sino sus críticas. Tal como intento mostrar aquí mediante un breve análisis de seis críticas seleccionadas sobre *La doble hélice,* funcionó el principio de relatividad ilustrado por la película *Rashomon:* aunque los seis críticos obviamente están escribiendo sobre un libro de un J. D. Watson, que describe el descubrimiento de la estructura del ADN y que presenta unos personajes llamados Francis Crick, Maurice Wilkins, Linus Pauling y Rosalind Franklin, a uno le cuesta trabajo creer que esos seis críticos realmente hayan leído el mismo libro.

Indudablemente, la crítica más importante, en cuanto a su difusión, fue la impresa bajo el nombre de Philip Morrison en *Life Magazine* (1 de marzo de 1968). Encuentro difícil creer que alguien de la estatura de Morrison, un profesor de Física en el M.I.T. realmente escribiera esta obra. Aunque la crítica *de Life* indica correctamente que este libro es un relato

autobiográfico de cómo Watson «descubrió el aspecto que tienen las moléculas de ADN» y que «la idea de la doble hélice iba a estar en la línea de las grandes nuevas ideas», no tiene mucho más que recomendar sobre su exactitud o su profundidad. Así, los lectores de *Life*, al abrir su ejemplar de *La doble hélice* esperando encontrar «una novela animada de otro joven más que busca sitio en la cima», creerían justificadamente que habían sido engañados, ya que, ciertamente, Watson no gasta el tiempo en «películas censuradas, salmón ahumado, chicas francesas, barómetros que miden el estado en el que la ambición, las hábiles intrigas y la crueldad están actuando». Aunque se dice que Watson tiene un «ojo astuto y una lengua honesta», la crítica evoca una falsa impresión de gentileza y amabilidad, cualidades cuya ausencia de *La doble hélice* es una de sus más marcadas características. Así, se dice que, en Copenhague, Watson «aprendió Química de un hombre obviamente culto», mientras que Watson realmente afirma que el propósito de aprender Química del ADN en Copenhague fue «un completo fracaso», y que la única vez que Watson comprendió lo que aquel hombre estaba diciendo fue cuando le anunció que su matrimonio había acabado. Y se dice que Rosalind Franklin es «correcta y calurosamente alabada por su crucial trabajo en los rayos X», mientras que uno de los puntos clave de la historia de Watson es, por supuesto, que la obstinación de Franklin fue uno de los mayores obstáculos para que Wilkins descubriera la estructura del ADN; el elogio póstumo a los logros obtenidos por Franklin queda relegado a un epílogo que obviamente fue insertado después. El crítico termina con una respuesta a la pregunta: «¿Cómo está el honesto Jim?». Aparentemente ciego al significado central que para la totalidad del libro tiene el episodio en el que Watson es sarcásticamente saludado de esa forma, *Life* mentecatamente le da «una respuesta de lector para él: divertido, simplemente divertido».

Ascendiendo la ladera de la sofisticación hasta el siguiente escalón, consideraremos la crítica en el *Saturday Review* (16 de marzo de 1968) por John Lear, el editor científico de ese rotativo. Lear comienza su crítica diciendo que «este libro será proclamado el diario de Pepys de la ciencia moderna». Procede a continuación a probar que esta proclamación es injustificada porque Watson, a diferencia de Samuel Pepys, ni fue Secretario del Almirantazgo británico ni participó en la restauración de Carlos II ni aguantó la visita de Londres por la peste. También, el estilo de Watson, según Lear, es ligeramente distinto. Según esto, ¿en qué se parece *La doble*

hélice al diario de Pepys? ¡Buena pregunta! Lear no se preocupa de indicar quién hizo la afirmación que él trata de demoler. Seguro que no fue Sir Lawrence Bragg, quien, en su prólogo a *La doble hélice,* simplemente sugiere que Watson «escribe con una franqueza parecida a la de Pepys». Verdaderamente, parece ser precisamente la franqueza de Watson la que hizo que Lear quisiera saber «qué logro era el que trataba de celebrar el Premio Nobel concedido a Watson». ¿Era tal como revela Watson sin remordimiento aparente su esperanza de que su guapa hermana pudiera servir de romántico reclamo para obtener la, de otro modo inaccesible, información esencial para su investigación...» o la utilización de «su joven amigo Peter Pauling para que espiase a su brillante padre Linus Pauling...» o «su intento de intimidar a una noble científica para que discutiera detalles de sus estudios sobre el ADN con los rayos X»? Si la intención del comité del Nobel era realmente celebrar esas particulares cualidades, entonces cometió un serio error, ya que Watson escribió que él simplemente esperaba que el interés de Maurice Wilkins en Elizabeth Watson le permitiera unirse al grupo de investigación de Wilkins; que Peter simplemente le dijo que Linus había desarrollado una estructura del ADN y más tarde se la mostró mediante el, de ninguna manera secreto, manuscrito que describía su estructura; y (en un pasaje más amplio citado por Lear) que él simplemente estaba tratando de escapar del laboratorio de Rosalind Franklin, ya que se temía que estuviera intentando enamorarle. Seguramente se pudieron dar a conocer al comité ejemplos de villanía más sustanciales.

A Lear le preocupa que *La doble hélice* pueda tener un efecto corruptor en las mentes impresionables de los estudiantes, quienes, en su idealismo, podrían abandonar la idea de llegar a ser científicos al aprender cómo Watson ganó el Premio Nobel con bribonadas. «Afortunadamente para el futuro de la ciencia, adquirirán una cierta perspectiva del conocimiento de que los dos hombres que obtuvieron el premio en 1962 con Watson se opusieron al texto de *La doble hélice* con el suficiente vigor como para animar a la editorial de su Universidad —Harvard— para que abandonase la publicación del libro». Aunque la idea de Lear de que el impedir la publicación de libros inspire a los jóvenes idealistas pueda no ser ortodoxa, el *Saturday Review* pensó que ciertamente es familiar a los partidarios de la John Birch Society. Lear trata de contar la historia de la Genética, para mostrar que antecesores de Watson tales como Darwin, Mendel, Niescher

y Morgan fueron, todos ellos, personas modestas que al contrario que Watson no trataron de llamar la atención del público. Lear no conoce los hechos correctamente. Hace el falso aserto de que «fue el gran Charles Darwin el que primero mostró gran interés en la herencia al promulgar la teoría de la evolución». De hecho, ese «gran interés» no llegó hasta el principio de este siglo con el redescubrimiento del trabajo de Mendel, siendo el estudio del desarrollo más que de la evolución lo que preparó el terreno para dicho redescubrimiento. Igualmente, carece de fundamento la afirmación de Lear de que Darwin no conoció las Leyes de Mendel sobre la herencia porque Mendel «tenía tan poco interés como Darwin en el engrandecimiento personal». Ya que se sabe que Mendel envió separatas de sus artículos a varios biólogos famosos de su época, quienes, simplemente, no entendieron el significado de su trabajo. Y al contrario de la afirmación de Lear, no fue el «sentido darwiniano del juego limpio lo que requirió la publicación simultánea con Wallace» sino el temor darwiniano a ser pisado. Finalmente, Lear atribuye la mutagénesis química a Morgan, lo cual fue descubierto, de hecho, por Auerbach y Robson cuando Morgan tenía setenta y cinco años. En cualquier caso, incluso si el informe de Lear fuera cierto, todo lo que probaría es que los predecesores de Watson no escribieron su «Doble Hélice», del mismo modo que Watson no escribió el diario de Pepys. En una última incisión de su romo cuchillo, Lear sugiere que la contribución de Watson al descubrimiento de la estructura del ADN, no fue, después de todo, tan grande. Era obvio, da a entender, que «debía haber en la molécula de ADN una espiral con los escalones en un orden particular. La cuestión que quedaba por decidir era si los escalones planos estaban dentro o fuera de la espiral». Esto, por supuesto, es una distorsión partidista de la situación ideológica a la que se enfrentaron Watson y Crick al principio de su trabajo. En aquella época la idea de que el ADN contiene información genética en forma de un orden particular de nucleótidos (o escalones planos) era virtualmente desconocida y estaba menos claro todavía que este orden estuviera encerrado en una molécula helicoidal, menos aún en una doble hélice. Me gustaría saber qué efecto tendría la crítica de Lear sobre las mentes impresionables que consideran la crítica de libros como el trabajo de su vida. Su inquina seguramente hará abandonar las aspiraciones críticas de cualquier muchacho idealista.

Ahora, subimos varios escalones más en nuestra ladera para alcanzar las siguientes dos nuevas críticas. La primera de ellas apareció en 7*he Nation* (18 de marzo de 1968) y fue escrita por J. Bronowski, investigador del Salk Institute for Biológical Studies y veterano autor de obras que tienen que ver con las implicaciones sociales de la ciencia. Bronowski evidentemente vio el primer borrador de *La doble hélice* que circuló de forma privada, ya que indica con cierto pesar que la versión publicada ha sido «recortada aquí y allá» como resultado de las objeciones suscitadas por algunos de los principales protagonistas de la historia de Watson. A pesar de todo, encuentra Bronowski, aunque algunas de «las pequeñas punzadas de humor y chispas de malicia» hayan desaparecido, el libro no ha perdido su sabor. Aún sigue siendo «una fábula clásica sobre los séptimos hijos encantados, los antihéroes del folklore que tropiezan, de un desliz cómico al siguiente, hasta que inevitablemente van a dar con la más graciosa de las aventuras: dan la contestación correcta a la adivinanza mágica. Aunque el reparto tradicional de Rosalind Franklin como la bruja y Linus Pauling como el galán rival ha sido bajado de tono..., aún son inconfundiblemente lo que fueron; posturas mitológicas más que personajes». Bronowski encuentra que Watson ha conseguido contar ese cuento con la inocencia y el absurdo que tienen los niños. «El estilo es tímido y travieso, explosivo e irrelevante, carente de arte, humorístico y malicioso...» Pero quizá, después de todo, Watson no carezca de arte, ya que Bronowski también le reconoce, como Boswell frente a un Crick-Dr. Johnson «monumentalmente admirado, y (tan a menudo) censurado». (Afortunadamente, parece que Lear no tuvo ni idea de la analogía Watson-Boswell.)

Sin embargo, Bronowski cree que la importancia del libro de Watson transciende de lo que meramente sería una buena historia, por cuanto que «comunica el espíritu de la ciencia como ningún tratado formal lo ha hecho hasta ahora... Enseña a los no científicos cómo trabaja realmente el método científico: que *inventamos un modelo* y luego probamos sus consecuencias, y que es esta conjunción de imaginación y realismo lo que constituye el método inductivo». Otro de los importantes puntos generales que aporta el libro es la importancia de la despiadada crítica sobre el progreso de la ciencia: «...si no puedes hacerlo y aguantarlo sin enfurecerte... entonces, estás fuera de lugar en el mundo de cambio que la ciencia crea y en el cual habita».

Hasta aquí muy bien. Pero en el párrafo final de su crítica Bronowski extiende sus consideraciones a la escena literaria en general, y revela una visión de la relación entre la literatura contemporánea y la condición humana actual que me parece sorprendente para un hombre con el interés y la experiencia de Bronowski. En ese párrafo parece abandonar su anterior hallazgo de que *La doble hélice* es una fábula clásica dentro de la tradición folklórica y afirma que «sus dos anti-héroes felices, bullangueros y cómicos son nuevos en la literatura de hoy y debieran ser un modelo para ella, porque se enfrentan a la nostalgia por la derrota que habita en las imágenes de acción de los escritores actuales». Bronowski «no cree que *La doble hélice* se venda más que *A sangre fría*, de Truman Capote, pero cree que es una crítica y una crónica características de nuestra época, y que iluminará a los jóvenes cuando Perry Smith y Dick Hickok no interesen ya ni a un psicoanalista». ¿Cómo pudo Bronowski no darse cuenta del obvio paralelismo existente entre los dos libros que supone aquí como antítesis? Aparte de las censuras de mal gusto hechas por muchos críticos, tanto contra Watson como contra Capote, por escribir sus «novelas auténticas» la pareja de anti-héroes Smith-Hickok de Capote comparte con el autorretrato de Watson una característica esencial de capital interés analítico: el hallazgo de significado existencial solamente transitorio en la acción.

La otra crítica que alcanzamos en este nivel es una que apareció en *Science* (9 de marzo de 1968) por Erwin Chargaff, profesor de Bioquímica en la Universidad de Columbia. Chargaff, como descubridor de la equivalencia adenina-timina y guanina-citosina en la composición del ADN, tiene una parte importante en la historia contada por Watson. Para algunos lectores, no familiarizados con las charlas y escritos de Chargaff durante los últimos doce años, su crítica debe haberles parecido sorprendentemente sarcástica; para otros lectores, conocedores de la antigua falta de apreciación de Chargaff de los descubrimientos de Watson y Crick en particular y del estilo de trabajo de la Biología molecular en general, la crítica puede haberles parecido inesperadamente blanda. Ya desde el principio, Chargaff juega uno de sus viejos gambitos: afirmando *en passant*, que Watson y Crick «popularizaron» el apareamiento de bases purina-pirimidina en el ADN. Los lectores familiarizados con la autoantología de Chargaff, *Essays on Nucleic Acids*, comprenderán que esta forma de hablar es para implicar que él, Chargaff, y no Watson y Crick, fue quien descubrió el apareamiento de bases. Pero si Chargaff descubrió el apareamiento de bases

antes que Watson y Crick, entonces, no sólo no lo popularizó, sino que lo mantuvo oculto dentro de sí hasta mucho tiempo después de que llegara a ser popular.

Chargaff opina que aunque Watson no es tan buen escritor de prosa locuaz como Sterne, ha tratado de llevar a cabo una «especie de Cholly Knickerbocker molecular» (Lear sólo deseaba equiparar a Watson con Walter Winchell). Como Lear, Chargaff está preocupado con la analogía del diario de Pepys pero, a diferencia de Lear, cita el prólogo de Bragg. Lo que resulta significativo para Chargaff en esta analogía es que Pepys, al contrario que Watson, no publicó sus francas observaciones durante su vida. Chargaff parece implicar, sin decirlo abiertamente, que el publicar impresiones sinceras sobre los contemporáneos de uno mismo es de bastante mal gusto, aunque admite que no está por encima de disfrutar con alguna de las revelaciones de Watson sobre Crick.

Chargaff declara, con bastante justicia, que el libro de Watson pertenece al campo de la autobiografía científica, un género literario de lo más desgarbado. La mayor parte de tales libros, dice, dan «la impresión de haber sido escritos para los estantes sobrantes de las bibliotecas, alcanzando esos estantes casi antes de ser publicados». Las razones para esto, según él, no son difíciles de encontrar: los científicos «llevan vidas monótonas y tranquilas y..., además, frecuentemente no saben escribir». *La doble hélice,* como admite Chargaff, es ciertamente un miembro excepcional de este género y puede que no forme parte de los estantes sobrantes durante mucho tiempo. Chargaff, entonces, trata de dar una razón más general sobre la trivialidad de las autobiografías científicas, esto es, que mientras que *Timón de Atenas* no hubiera podido ser escrito y *Les Demoiselles d'Avignon* no hubiera podido ser pintado si Shakespeare y Picasso no hubieran existido, en ciencia la regla general es que «lo que *A* hace hoy, *B, C* o *D* podrían seguramente hacerlo mañana». Aparte de la posibilidad intrínseca de someter a cualquier test esta visión de la evolución artística y científica, y por lo tanto, aparte de su historicismo inútil, Chargaff se da cuenta, sin duda, de que la base de la gran literatura es su profundidad y no el que la experiencia sea única. Por eso ¿por qué se preocupa de este punto tan vacío? ¡Ajá! Watson y Crick no son tan buenos después de todo, porque, si no hubieran descubierto la estructura del ADN en marzo de 1953, sin duda, algún otro la habría descubierto en el siguiente abril.

Chargaff, como Bronowski, termina su crítica con una mirada añorante hacia los buenos tiempos; en comparación con ellos las cosas ahora se han ido al traste. Pero ¡qué diferencia entre sus visiones del pasado y del presente! Por una parte, Bronowski ve a Watson y a Crick como astillas del viejo tronco, ambiciosos, trabajadores, aventureros y optimistas, en feliz contraste con la nueva generación derrotista. Chargaff, por otra parte, los considera típicos representantes de la «nueva clase de científicos», que «difícilmente hubieran podido llegar a serlo antes de que la ciencia se convirtiera en una ocupación de masas, sujeta a, y formando parte de, todas las vulgaridades de los medios de comunicación». Chargaff no explica sus ideas sobre la «antigua clase de científicos», aunque sospecho que en lo que estaba pensando era en Paul Muni interpretando el personaje de «Louis Pasteur».

Otro escalón en nuestra ladera nos lleva a la que consideraría una de las críticas más sólidas de entre las seis que estoy revisando aquí, la publicada en *The New York Times Book Review* (25 de febrero de 1968) por Robert K. Merton, profesor de Sociología en la Universidad de Columbia. En primer lugar, Merton opina que no es sólo una autobiografía científica más, por cuanto que Watson está describiendo los sucesos que condujeron a uno de los más grandes descubrimientos biológicos de nuestra época. Esta opinión contrasta por completo con la del colega de Merton, Chargaff, quien ve a Watson principalmente como un eficaz popularizador de ideas que ya estaban en el ambiente. Merton dice que no conoce nada parecido en toda la literatura sobre el trabajo de I9S científicos. Además, como Watson «lo cuenta tal como fue», o por lo menos como le parecía que era al entonces joven Jim, el libro es una importante contribución a la historiografía científica. «La imagen pública de la ciencia tiende a producir una idea mítica del trabajo científico, en el que intelectos incorpóreos avanzan hacia el descubrimiento por inexorables escalones lógicos, actuando durante todo el tiempo sólo por el interés de que aumente el conocimiento». Watson endereza esta imagen, mostrando «una gran variedad de motivos, en los que el objetivo de descubrir la estructura del ADN está entrelazado con los atormentadores placeres de la competición, la réplica y la recompensa. La abstracción en el problema científico alternaba con los ratos de ocio, las escapadas, y las miradas a las chicas. La amistad y la hostilidad entre colaboradores se expresaba en una disputada aunque productiva simbiosis en la que nadie podía hacer nada sin las especiales habilidades del

otro. Todo ello acarreaba no sólo la presión por crear nuevo conocimiento, sino la pasión por ser reconocido por los colegas científicos y por la competencia para buscar sitio».

Merton entiende bastante más de Sociología e Historia de la ciencia que Lear y Chargaff, ya que señala que la competencia y los derechos de propiedad en la ciencia son tan antiguos como la propia ciencia moderna. (Por «moderna» entiendo que Merton quiere decir «post-renacimiento» y no el periodo de los últimos tiempos de «la nueva clase de científicos» de Chargaff.) La novedad de la historia de Watson es meramente que ha descrito reveladoramente este elemento para el lector general. Ya que es importante darse cuenta de que el modo de operar de la comunidad científica no puede ser comprendido desde la premisa de que el avance del conocimiento es su único motivo institucionalizado. ¿Por qué, pregunta Merton, es tan competitiva la ciencia? ¿Es porque «tiende a recrudecer las personalidades egoístas, contenciosas y con excesiva hambre de fama»? No, «el comportamiento competitivo de los científicos nace en gran manera de los valores centrales de la empresa científica en sí misma. La institución de la ciencia pone un énfasis permanente en la originalidad significativa como un valor fundamental, y la originalidad demostrada, generalmente lleva consigo la idea de descubrir el primero. El reconocimiento y la fama parecen ser, entonces, más que meras ambiciones personales. Son los símbolos institucionalizados y la recompensa por haber hecho el trabajo de científico superlativamente bien».

Finalmente, después de subir unos cuantos escalones más, nos encontramos con la segunda de las dos sólidas críticas y alcanzamos el pináculo de nuestro ascenso. Ya que contemplamos ahora el más excelente de estos artículos en el *New York Review of Books* (28 de marzo de 1968) escrito por Sir Peter Medawar. Este empieza su crítica explicando que el significado del descubrimiento hecho por Watson y Crick va más allá de la «mera explicación del diseño de una complicada e importante molécula. Explica cómo esta molécula puede servir para propósitos genéticos..., la grandiosidad de su descubrimiento fue su acabado, su aspecto de finalidad. Si Watson y Crick hubieran buscado a tientas una respuesta, si hubieran publicado una solución parcialmente correcta y se hubieran visto obligados a seguirla con correcciones y paliativos, algunos de ellos hechos por otros; si la solución hubiera llegado como un mosaico en lugar de un estallido de comprensión: aun entonces habría sido un gran episodio en la historia de

la Biología, pero otro más en el común acontecer de los hechos, algo que no habría sido hecho a la gran manera romántica». Medawar también indica que en los años que siguieron a su descubrimiento de la doble hélice del ADN, Watson y Crick indicaron el camino para el análisis del código genético y para la comprensión de cómo el material genético dirige las síntesis de proteínas. Cree que «simplemente, no merece la pena discutir con nadie tan obtuso como para no darse cuenta de que este conjunto de descubrimientos es la más grande realización de la ciencia en el siglo XX.»

Medawar coincide con Merton no sólo en que con la historia de Watson se divulgó la idea de dura competencia, y en que los lectores profanos posiblemente experimentaron un *shock* tras la revelación de que la ciencia no es una desinteresada búsqueda de la verdad, sino también al declarar que la idea de indiferencia sobre el tema de la prioridad es simplemente un engaño. Ya que, ¿qué realización, pregunta, puede llamar «suya» un científico excepto aquella que ha hecho o ha pensado él primero? Esto no significa, sin embargo, que la ruindad, el secreto y la estafa no sean tan despreciados por los científicos como por la gente decente del mundo de los asuntos ordinarios de todos los días. Medawar opina, sin embargo, que una persona tan consciente de su prioridad, por su propio relato, como Watson, no es muy generoso con sus predecesores. ¿Por qué, en particular, no dio un poco más de crédito a personas como Fred Griffith y Oswald Avery, cuyo trabajo en la transformación bacteriana había demostrado que el ADN es el material genético? La explicación de Medawar es que esto ocurrió no por falta de generosidad sino, simplemente, porque le aburría lo relativo a la historia científica. ¿Y por qué aburre la historia científica a la mayor parte de los científicos? Les aburre porque «las acciones y los pensamientos actuales de un científico están influidos necesariamente por lo que otros han hecho y pensado antes que él; son un frente de una ola de un proceso secular continuo en el que el pasado no tiene una existencia independiente de su ser. El conocimiento científico es la integral de una curva de aprendizaje; la ciencia, por lo tanto, en cierto sentido comprende a su historia dentro de sí misma». Sin embargo, tal como argumentaré en el siguiente capítulo, es posible proponer una explicación bastante distinta sobre la ausencia en el libro de Watson de lo que podría parecer dar el debido crédito a los descubridores de la transformación bacteriana —esto es, que el descubrimiento de Avery del papel genético del ADN en 1944 fue simplemente «prematuro».

Medawar considera luego el elemento suerte en la rápida ascensión de Watson a la fama mundial a la edad de veinticinco años. No cree que «Watson tuviera suerte excepto en el sentido trivial en el que todos somos afortunados o desgraciados —que había varias encrucijadas en su carrera en las que pudo fácilmente haber tomado una dirección diferente a la que tomó». Así, según Medawar, Watson tuvo suerte de elegir entrar en la ciencia en lugar de en los estudios literarios, permitiendo de este modo que su «precocidad y estilo de genio» le hicieran inteligente en algo importante. Watson fue también un joven muy privilegiado por ir a caer, antes de que hubiera hecho nada para merecerlo, en un «círculo cerrado de científicos entre los que la información se transmite por una especie de tam-tam, mientras que otros esperan la publicación de un artículo formal en una revista conocida. Como fue impremeditado, podemos achacar también a la suerte el que Watson fuera a caer con Francis Crick, el cual (a pesar de lo que haya intentado Watson) aparece en este libro como la figura dominante, un hombre de grandes dotes intelectuales».

Considerado como literatura, Medawar clasifica La *doble hélice*, como única posibilidad, bajo la rúbrica: memorias, científico. «Cómo ocurre con todas las buenas memorias dedica una gran parte a trivialidades y charlas inútiles. Como todas las buenas memorias, no ha sido castrada por consideraciones de buen gusto. Muchas de las cosas que dice Watson sobre las personas que aparecen en su historia les ofenderá, pero su propio candor carente de arte le excusan, ya que descubre faltas de sí mismo más graves de las que declara discernir en los otros. *La doble hélice* es consistente en cuanto a su estructura literaria... No hay filosofía o psicología que oscurezca nuestro entendimiento: Watson expone pero no se observa a sí mismo. Las autobiografías, al contrario que los demás trabajos en literatura, son parte de lo que se trata en ellas. Sus mentiras, si las hay, son mentiras *de* sus autores pero no *sobre* sus autores —los cuales (cuando se descubre la falsedad) no hacen más que revelar una verdad sobre sí mismos, a saber, que son mentirosos».

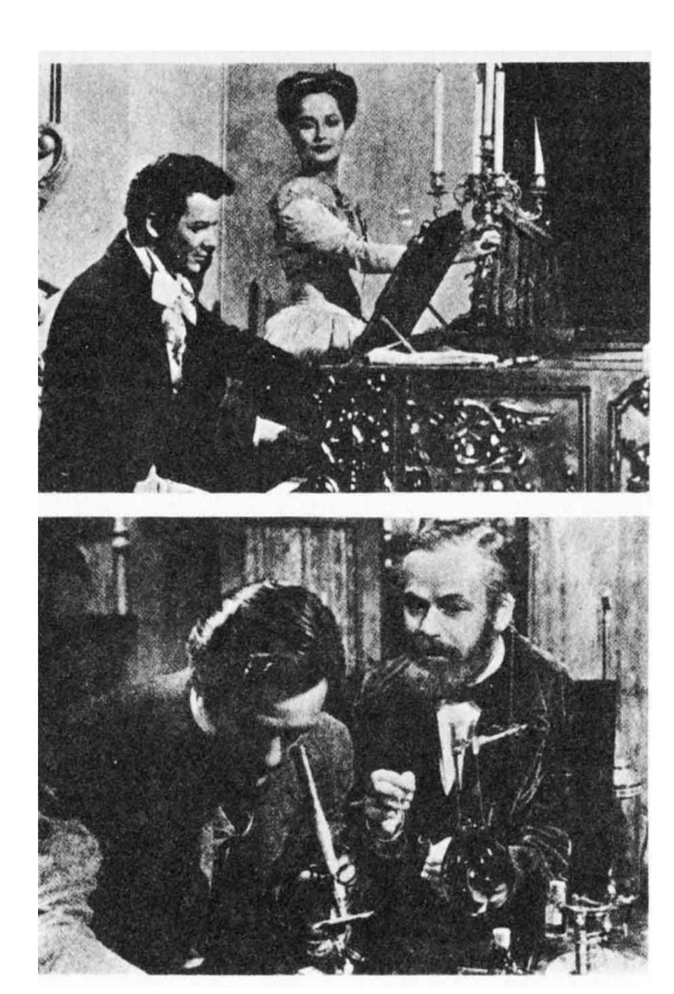
Medawar cree que el libro de Watson llegará a ser un clásico, no sólo por lo mucho que será leído, sino porque presenta una lección de la naturaleza del proceso creativo en la ciencia. Como muestra la historia de Watson, ese proceso comprende una rápida alternancia de «hipótesis e inferencia, vuelta atrás y modificación de la hipótesis... No habrá persona que lea este libro con un mínimo de inteligencia que siga pensando en el científico

como un hombre que da vueltas a la manivela de una máquina de descubrir. De ahora en adelante, ningún principiante en la ciencia creerá que el descubrimiento está destinado a aparecer en su camino por el mero hecho de practicar un cierto método, de seguir al pie de la letra un esquema de trabajo bien definido».

Antes de cerrar esta crítica de críticas, debo decir que cuando Watson me envió su manuscrito de *La doble hélice* al final de 1966 (entonces se titulaba aún «Honesto Jim»), le insistí en que no lo publicara en su forma original. Le señalé que consideraba que tenía una calidad literaria bastante baja, y que creía que su estilo murmurador impediría que tuviera interés para nadie que no estuviera familiarizado con los protagonistas de su historia. Y así, como casi siempre que hemos tenido una diferencia de opinión en los veinte años que hace que nos conocemos, Watson demostró que él tenía razón y que yo estaba equivocado.

Posdata (1978). La predicción de Medawar de que el libro de Watson llegaría a ser un clásico se quedó corta. Se han vendido cerca de un millón de ejemplares en los diez años que han transcurrido desde entonces, y han aparecido ediciones extranjeras en, por lo menos, diecisiete idiomas, incluyendo el letón, el rumano y el thai. Pero, por muy importante que sea *La doble hélice* para comprender la sociología de la ciencia y el proceso creativo en la ciencia, parece improbable que su inmenso éxito popular se deba solamente a esas razones. Lo más probable es que la afirmación de Bronowski —de que la historia de Watson iba a ser considerada como una fábula clásica con ropas modernas— nos proporcione la clave. Como es bien conocido en Psicología analítica, la fábula clásica debe su eterna popularidad a que satisface las profundas y subliminares necesidades afectivas de su audiencia. Este aspecto de *La doble hélice* fue, de hecho, finalmente examinado con mayor detalle por el crítico literario William Cadbury en el *Modera Language Quarterly* (31,474-491, 1970). Cadbury opina que el libro es un segundo gran descubrimiento de Watson, y no una mera descripción del primero. Esta es una original e importante afirmación literaria sobre una faceta de la existencia humana que interesa a todos, cual es la naturaleza del éxito. Watson muestra lo que significa y lo que cuesta tener éxito como persona creativa. En contraste con la tendencia de «la

Edad de Oro» a la autorrealización, con la creencia de que ser alguien cuenta más que conocer algo, Watson tiene poco interés en saber quién es él. Sabe que hay algo que descubrir ahí fuera, y que, sólo con poner todo su empeño, puede hacerlo. Evidentemente, a pesar de la actual preponderancia de biografías que insisten machaconamente sobre la etnia, la acción afirmativa, y la responsabilidad social, aún queda audiencia hambrienta de la típica historia feliz como la de Watson en la que el caballero solitario lucha contra fuerzas inmensamente superiores. A la luz del análisis de Cadbury, *La doble hélice* puede ser vista como un mensaje inspiracional que mantiene la esperanza de que —a pesar de que se acerque el final del progreso— aún queda campo en el que puede ejercitarse el hombre fáustico.



Errores de concepto mutuos de científicos y artistas sobre sus respectivos estilos de trabajo. Arriba: Visión del científico sobre el trabajo del artista. Frédéric Chopin (interpretado por Cornell Wilde), sentado al pianoforte Pleyel e inspirado por su musa George Sand (Merle Oberon), compone sus «Preludios». (De la producción «A song to remember», de la Columbia Pictures, 1945.) Abajo: Visión del artista sobre el trabajo del científico. Louis Pasteur (Paul Muni) tiene la súbita inspiración de descubrir la vacuna de la rabia. (De la película *The Story of Louis Pasteur,* de la Warner Brothers, 1935.) (Ambos fotogramas del Museum of Modern Art Film Stills Archive.)

5. LO UNICO Y LO PREMATURO EN EL DESCUBRIMIENTO CIENTIFICO (1971)

El progreso fantásticamente rápido de la Genética molecular, desde 1940 hasta 1965, obligó por fin a aquellos que ya tenían una cierta edad al principio de su desarrollo, a volver la vista sobre su trabajo anterior desde una perspectiva histórica que, para las especialidades científicas que se desarrollaron anteriormente, sólo se produjo mucho tiempo después de que murieran los testigos del primer florecimiento. Fue como si los colegas de Joseph Priestley y Antoine Lavoisier, al final del siglo XVIII, siguieran en activo para la investigación y la enseñanza de la Química en la década de 1930, después de que se revelase la estructura atómica y la naturaleza del enlace químico. Esta ventaja personal, hasta cierto punto deprimente, proporcionó una oportunidad singular para analizar la evolución de un campo científico. Al reflexionar sobre la historia de la Genética molecular desde el punto de vista de mi propia experiencia, creo que dos de sus más famosos incidentes —la identificación de Oswald Avery del ADN como el principio activo de la transformación bacteriana y, por lo tanto, como el material genético, y el descubrimiento de Watson y Crick de la doble hélice del ADN— ilustran dos problemas generales de la historia de la cultura. El caso de Avery responde a la cuestión de hasta qué punto es significativo o meramente tautológico decir que un descubrimiento está «fuera de su época» o, lo que es lo mismo, es prematuro. Y el caso de Watson y Crick puede ser usado, y de hecho lo ha sido, para discutir la cuestión de hasta qué punto hay algo de único en un descubrimiento científico, en vista de la posibilidad de que si el Dr. A no descubre el hecho X hoy, el Dr. B lo descubrirá mañana.

En línea con la creciente actividad literaria del final de los años sesenta, que reflejaron el nacimiento del periodo académico, yo publiqué un breve ensayo retrospectivo sobre Genética molecular, que ponía un énfasis particular en su origen (G. S. Stent, «That Was the Molecular Biology That Was», *Science*, 160, 390-395, 1968). En aquel relato histórico no mencioné ni el nombre de Avery ni la transformación bacteriana por medio del ADN. Así, del mismo modo que Watson en *La doble hélice*, no me preocupé de honrar debidamente a los autores de lo que hoy se ve con justicia

como uno de los mayores logros en la comprensión del gen. Mi ensayo originó una carta al director de un microbiólogo que lamentaba: «es una triste y sorprendente omisión el que... Stent no haga mención de la prueba definitiva de que el ADN es la sustancia hereditaria básica, realizada por O. T. Avery, C. M. MacLeod y Maclyn McCarty. El crecimiento de la Genética molecular está basado en esta prueba experimental... Soy lo bastante viejo como para acordarme de la excitación y el entusiasmo que produjo la publicación del artículo de Avery, MacLeod y McCarty. Avery, un bacteriólogo efectivo, fue un caballero tranquilo, modesto y no discutidor. Estas características de su personalidad no deberían hacer que el público científico en general... no honrara debidamente su nombre».

Esta carta me cogió por sorpresa y respondí que, verdaderamente, debía haber mencionado la primera prueba de Avery, en 1944, de que el ADN es la sustancia hereditaria. Continué diciendo, sin embargo, que en mi opinión no es cierto que el crecimiento de la Genética molecular esté basado en la prueba de Avery. Durante muchos años esa prueba realmente produjo muy poco impacto en los genetistas. La razón para el retraso no fue que el trabajo de Avery fuera desconocido o que desconfiaran de él los genetistas, sino que fue «prematuro».

Mi razón *prima facie* para decir que el descubrimiento de Avery fue prematuro es que no fue apreciado en su día. Por falta de apreciación no quiero decir que el descubrimiento de Avery fuera desconocido, o incluso que no se considerara importante. Lo que quiero decir es que los genetistas no parecieron ser capaces de hacer gran cosa con él, o de construir sobre él. Es decir, en su día, el descubrimiento de Avery no tuvo ningún efecto en la forma general de discurrir de la Genética.

Esta afirmación puede ser fácilmente apoyada por un examen de la literatura científica. Por ejemplo, el simposio de las bodas de oro de la Genética en 1950, «Genetics in the 20th Century», proporciona una demostración convincente de la falta de apreciación del descubrimiento de Avery. En los *proceedings* de aquel simposio alguno de los más eminentes genetistas publicaron ensayos que analizaron el progreso de los primeros cincuenta años de genética y evaluaron su estatus en aquel tiempo. Sólo uno de los veintiséis ensayistas consideró conveniente hacer más que una referencia de pasada al descubrimiento de Avery de seis años antes. Era un colega de Avery del Rockefeller Institute, y expresó sus dudas de que

el principio activo de la transformación fuera realmente ADN puro. El entonces primer filósofo del gen, H. J. Muller, contribuyó con un ensayo sobre la naturaleza del gen que no menciona ni a Avery ni al ADN.

Así pues, ¿por qué no fue apreciado el descubrimiento de Avery en su día? Porque fue «prematuro». Pero, ¿es ésta realmente una explicación o es meramente una tautología vacía? En otras palabras, ¿hay alguna forma de tener un criterio sobre lo prematuro de un descubrimiento aparte de su falta de impacto? Sí, tal criterio existe: un descubrimiento es prematuro si sus implicaciones no pueden conectarse, por una serie de escalones lógicos y simples, con el conocimiento canónico, o aceptado por todos.

¿Por qué no pudo ser conectado el descubrimiento de Avery con el conocimiento canónico? Ya desde que el ADN fuera descubierto en el núcleo celular por Niescher en 1869, se sospechaba que ejercía cierta función en los procesos hereditarios. Esta sospecha se fortaleció en los años veinte, cuando se encontró que el ADN es un componente principal de los cromosomas. Sin embargo, la idea que se tenía entonces sobre la naturaleza molecular del ADN hacía totalmente inconcebible que éste pudiera ser el portador de la información hereditaria. En primer lugar, hasta bien entrados los años treinta, se creía que el ADN era meramente un tetranucleótido compuesto de una unidad de cada uno de los ácidos adenílico, guanílico, timidílico y citidílico. En segundo lugar, incluso cuando, hacia el principio de los cuarenta, se supo que el peso molecular del ADN es realmente mucho más elevado de lo que requería la hipótesis del tetranucleótido, la opinión general era aún que el tetranucleótido era la unidad básica de repetición del largo polímero de ADN en el que las cuatro unidades mencionadas se repetían en secuencia regular. Así pues, el ADN era considerado como una macromolécula uniforme que, como otros polímeros monótonos tales como el almidón o la celulosa, es siempre el mismo sin importar cuál sea la fuente biológica de la que provenga. La presencia ubicua del ADN en los cromosomas se explicaba, por lo tanto, en términos puramente fisiológicos o estructurales. El papel informacional de los genes se había asignado hasta entonces a las proteínas cromosómicas, ya que las grandes diferencias en especifidad de estructura que existe entré las distintas proteínas del mismo organismo, o entre proteínas similares de distintos organismos se conocía desde principios de siglo. La dificultad conceptual de asignar el papel genético al ADN no se le escapó a Avery. En la conclusión de su artículo afirmó: «si los resultados del presente estudio sobre el principio

transformante se confirman, los ácidos nucleicos deben considerarse como poseedores de una especificidad biológica cuya base química no ha sido aún determinada».

Sin embargo, hacia 1950 la hipótesis del tetranucleótido fue derrocada, en gran parte gracias al trabajo de Erwin Chargaff. El mostró que, en contra de lo que exigía esta hipótesis, los cuatro nucleótidos no están presentes necesariamente en el ADN en las mismas proporciones. Encontró, además, que la composición exacta de nucleótidos en el ADN difiere según la fuente biológica de la que se extraiga, lo que sugería que, después de todo, el ADN no debía ser un polímero monótono. Y por eso, cuando dos años después, en 1952, Alfred Hershey y Martha Chase, del laboratorio de la Institución Carnegie en Cold Spring Harbor, Nueva York, mostraron que en la infección de una bacteria huésped por un virus bacteriano por lo menos el 80 por 100 del ADN vírico entra en la célula y por lo menos el 80 por 100 de la proteína vírica queda fuera, fue posible conectar con el conocimiento canónico su conclusión de que el ADN es el material genético. La «base química de la especificidad de los ácidos nucleicos hasta ahora indeterminada» de Avery se entendió entonces como la secuencia precisa de los cuatro nucleótidos a lo largo de la cadena polinucleotídica. El impacto general del experimento de Hershey y Chase fue inmediato y dramático. El ADN y no la proteína era lo que importaba en lo que concernía a la naturaleza del gen. En pocos meses aparecieron las primeras especulaciones sobre el código genético y Watson y Crick tuvieron la inspiración de proyectar descubrir la estructura del ADN.

Por supuesto, el descubrimiento de Avery es sólo uno de los muchos descubrimientos prematuros en la historia de la ciencia. Lo he considerado aquí principalmente porque yo mismo no lo aprecié cuando me -uní al grupo de Max Delbrück que trabajaba en virus bacterianos en el California Institute of Technology en 1948. Desde entonces me he preguntado a menudo qué habría ocurrido con mi carrera posterior si hubiera sido lo bastante astuto como para apreciar el descubrimiento de Avery e inferir de él, cuatro años antes que Hershey y Chase, que el ADN podría ser también el material genético de nuestro propio organismo experimental.

Probablemente, el caso más famoso de prematuridad en la historia de la Biología está asociado con el nombre de Gregor Mendel, cuyo descubrimiento del gen en 1865 tuvo que esperar treinta y cinco años antes que fuera «redescubierto» con el cambio de siglo. El hallazgo de Mendel no

tuvo eco inmediato, podría argumentarse, porque el concepto de unidades hereditarias discretas no pudo ser conectado con el conocimiento canónico sobre anatomía y fisiología en la mitad del siglo XIX. Además, la metodología estadística con la que Mendel interpretó los resultados de sus experimentos con guisantes era totalmente extraña al modo de pensar de los biólogos contemporáneos. Hacia el final del siglo XIX, sin embargo, los cromosomas y los procesos de división cromosómica de la mitosis y la meiosis habían sido ya descubiertos y los resultados de Mendel pudieron ser explicados en términos de estructuras visibles al microscopio. Además para entonces, la aplicación de la estadística a la Biología se había generalizado. A pesar de todo, en cierto sentido el descubrimiento de Avery es un ejemplo más dramático de prematuridad que el de Mendel. Mientras que el descubrimiento de Mendel parece que no fue citado por casi nadie hasta su redescubrimiento, el de Avery fue ampliamente discutido y a pesar de eso no pudo ser apreciado durante ocho años.

Existen también casos de retraso en la apreciación de un descubrimiento en la Física. Un ejemplo (así como una explicación de sus circunstancias en términos del concepto de prematuridad al que me refiero aquí) fue proporcionado por Michael Polanyi con su propia experiencia. En los años 1914-1916, Polanyi publicó una teoría de la adsorción de los gases a los sólidos que asumía que la fuerza de atracción entre una molécula de un gas y una superficie sólida depende solamente de la posición de la molécula y no de la presencia de otras moléculas dentro del campo de fuerza. A pesar del hecho de que Polanyi fue capaz de proporcionar una fuerte evidencia experimental a favor de su teoría, ésta fue totalmente rechazada. No sólo se rechazó la teoría sino que fue considerada tan ridícula por las principales autoridades de su tiempo que Polanyi cree que habría acabado con su carrera profesional si hubiera seguido defendiendo su teoría y no hubiera tratado de publicar trabajos sobre ideas más apetitosas. La razón por la que se rechazó la teoría de la adsorción de Polanyi fue que en el momento en que se publicó acababa de descubrirse el papel de las fuerzas eléctricas en la arquitectura de la materia. Debido a eso, parecía no haber duda de que la adsorción de los gases debía implicar una atracción eléctrica entre las moléculas de gas y la superficie sólida. Este punto de vista, sin embargo, era irreconciliable con la suposición básica de Polanyi sobre la independencia mutua de las moléculas individuales de gas en el proceso de adsorción. En la década de 1930 se desarrolló una nueva teoría sobre

fuerzas de cohesión molecular basada en resonancia mecánico-cuántica en lugar de atracción electrostática y, sólo entonces, llegó a concebirse que las moléculas de gas podrían comportarse del modo en que los experimentos de Polanyi indicaban que realmente se estaban comportando. Mientras tanto la teoría de Polanyi había sido arrojada al cesto de las ideas chifladas de forma tan autoritaria que no se redescubrió hasta la década de 1950.

¿Puede decirse que la idea de prematuridad sea un concepto histórico útil? En primer lugar, ¿es la prematuridad la única explicación posible de la falta de apreciación contemporánea de un descubrimiento? Evidentemente no. Por ejemplo, mi crítico microbiológico sugería que fue la personalidad «tranquila, modesta y no discutidora» de Avery la causa de que su contribución no fuera reconocida. Además, en un ensayo sobre la historia de la investigación del ADN Chargaff sostiene la idea de que la modestia personal y la aversión a autoanunciarse explica la falta de apreciación científica contemporánea. Atribuye el retraso de setenta y cinco años entre el descubrimiento del ADN por Miescher y la apreciación general de su importancia a que Miescher era «uno de aquellos hombres tranquilos» que vivió «cuando las gigantescas máquinas publicitarias, que hoy acompañan incluso al más pequeño movimiento en el tablero de ajedrez de la naturaleza con enormes fanfarrias, no existían aún». Claro está, el lapso de 35 años en la apreciación del descubrimiento de Mendel se atribuye a menudo a que Mendel era un modesto monje que vivía en un monasterio moravo apartado del mundo. Por lo tanto, la noción de prematuridad supone una alternativa a la invocación a la falta de publicidad —en mi opinión, inapropiada para los ejemplos aquí mencionados— como explicación del retraso en la apreciación.

Más importante, ¿el concepto de prematuridad se refiere solamente a los juicios retrospectivos hechos con la sabiduría que proporciona el mirar atrás? No, creo que puede usarse también para juzgar el presente. Algunos descubrimientos recientes son aún prematuros en este momento. Un ejemplo de prematuridad actual es lo que se alega como hallazgo de que la información sobre la experiencia que recibe un animal puede ser almacenada en los ácidos nucleicos u otras macromoléculas.

Hace unos diez años empezaron a aparecer publicaciones de fisiólogos experimentales que aparentaban mostrar que el *engrama* o rastro de la memoria, de un trabajo aprendido por un animal puede ser transferido a otro

animal no entrenado inyectando o alimentando a este último con un extracto hecho de los tejidos del primero. En esa época, la lección central de la Genética molecular —que los ácidos nucleicos y las proteínas son moléculas que contienen información— acababa de obtener una amplia difusión, y la fácil equiparación de la información nerviosa a la información genética pronto dio lugar a la proposición de que las macromoléculas —ADN, ARN o proteínas—almacenan memoria. Como suele suceder, ha sido difícil repetir los experimentos en los que se basa la teoría macromolecular de la memoria, y los resultados que se afirmaba que se habían obtenido de ellos no deben ser ciertos en absoluto. No es menos significativo que pocos neurofisiólogos no se hayan siquiera molestado en probar esos experimentos, incluso sabiendo que la posibilidad de transferencia química de la memoria constituiría un hecho de capital importancia. La falta de interés de los neurofisiólogos en la teoría macromolecular de la memoria puede ser explicada si se reconoce que la teoría, ya sea cierta o falsa, es claramente prematura. No hay una cadena de inferencias razonables mediante la cual nuestra actual visión de la organización funcional del cerebro pueda reconciliarse con la posibilidad de que la información nerviosa pueda adquirirse, almacenarse y expresarse mediante la codificación de dicha información en moléculas de ácido nucleico o proteína. En consecuencia, para la comunidad de neurofisiólogos no hay ninguna razón para dedicar el tiempo a realizar experimentos cuyos resultados, incluso si fueran ciertos tal como se alega, no podrían ser conectados con el conocimiento canónico.

El concepto de prematuridad actual puede ser aplicado también al difícil sujeto de la E.S.P. o percepción extrasensorial. En el verano de 1948 tuve ocasión de presenciar una acalorada discusión en Cold Spring Harbor entre dos futuros mandarines de la Biología molecular, Salvador Luria, de la Universidad de Indiana, y R. E. Roberts, de la Institución Carnegie, en Washington. Roberts estaba entonces interesado en la E.S.P., y opinaba que no había sido considerada con justicia por la comunidad científica. Tal como recuerdo, él creía que podrían diseñarse experimentos con rayos moleculares que podrían proporcionar datos más definitivos sobre la posibilidad de que existieran desviaciones del azar inducidas mentalmente que los obtenidos por los procedimientos de adivinación de cartas de J. B. Rhine, tan discutidos entonces. Luria declaró que no sólo no estaba interesado en los experimentos propuestos por Roberts, sino que, en su opinión,

era indigno de cualquiera que afirmase ser científico el discutir siquiera sobre semejante basura. ¿Cómo pudo una persona inteligente como Roberts tomar en consideración la posibilidad de existencia de fenómenos totalmente irreconciliables con las leyes físicas más elementales? Además, un fenómeno que se manifiesta solamente en sujetos especialmente dotados, tal como afirman los «parapsicólogos» que ocurre con la E.S.P., está fuera del propósito de la ciencia, que debe tratar de los fenómenos accesibles a cualquier observador. Roberts respondió que era la actitud intolerante de Luria hacia lo desconocido lo indigno de un verdadero científico. El hecho de que no todos tengan percepción extrasensorial sólo significa que es un fenómeno evasivo, similar al genio musical. Y no debemos cerrar los ojos ante un fenómeno sólo porque no pueda reconciliarse con lo que hoy conocemos. Al contrario, el deber de un científico es tratar de diseñar experimentos que prueben su certeza o falsedad.

Me pareció entonces que tanto Luria como Roberts tenían razón, y en los años que han pasado desde entonces he pensado a menudo en este desacuerdo, incapaz de resolverlo dentro de mi propia mente. Finalmente, hace seis años leí una crítica de un libro de E.S.P. por mi colega de Berkeley, C. West Churcham, y empecé a ver el camino hacia la solución. Churcham afirmaba que hay tres diferentes enfoques científicos posibles de la percepción extrasensorial. El primero de ellos es que la verdad o falsedad de la E.S.P., como la verdad o falsedad de la existencia de Dios o de la inmortalidad del alma, es totalmente independiente de cualquiera de los métodos o de los hallazgos de la ciencia empírica. Por lo tanto el problema de la E.S.P. se define como que no existe. Me imagino que ésta era más o menos la postura de Luria.

El segundo enfoque de Churcham es el volver a formular el fenómeno de la E.S.P. en términos científicos comúnmente aceptados, tales como percepción inconsciente o fraude consciente. Así, en lugar de definir la E.S.P. como que no existe, se trivializa. El segundo enfoque probablemente habría sido aceptable para Luria también, pero no para Roberts.

El tercer enfoque es tomar literalmente la proposición de la E.S.P. y tratar de examinar con toda seriedad la evidencia a favor de su validez. Esta era más o menos la postura de Roberts. Sin embargo, como indica Churcham, no es probable que este enfoque dé resultados satisfactorios. Los parapsicólogos pueden mantener con cierta justicia que la existencia de la E.S.P. ha sido ya probada hasta el colmo, ya que ninguna serie de

hipótesis en Psicología ha recibido el grado de examen crítico que se ha dado a los experimentos de E.S.P. Además, se han aceptado muchos otros fenómenos con mucha menos evidencia estadística que la que se ofrece a favor de la E.S.P. La razón por la que Churcham se inclina hacia la inutilidad de un enfoque que examine estrictamente la evidencia de la E.S.P. es que, en ausencia de una hipótesis de cómo podría funcionar la E.S.P., no es posible decidir hasta qué punto una serie de observaciones pueden ser explicadas sólo por E.S.P. con la exclusión de explicaciones alternativas.

Después de leer la crítica de Churcham me di cuenta de que Roberts no habría conseguido nada al realizar sus experimentos de E.S.P., no porque no fueran «ciencia», tal como afirmaba Luria, sino porque cualquier evidencia positiva que hubiera encontrado a favor de la E.S.P. habría sido, y aún seguiría siendo, prematura. Es decir, hasta que sea posible conectar la E.S.P. con el conocimiento canónico de, por ejemplo, la radiación electromagnética y la neurofisiología, no podrá ser apreciada en su valor ninguna demostración de su existencia.

La falta de apreciación de los descubrimientos prematuros, ¿es meramente atribuible a la insuficiencia intelectual o al conservadurismo innato de los científicos que, si fueran un poco más perceptivos, o más abiertos, reconocerían inmediatamente cualquier proposición científica bien documentada? Polanyi no es de esa opinión. Reflexionando s>obre el cruel destino de su teoría, medio siglo después de lanzarla, declaró: «Este fallo del método científico no podría haber sido evitado... Debe haber en todo momento una visión científica predominantemente aceptada sobre la naturaleza de las cosas, a cuya luz la investigación sea llevada a cabo conjuntamente por los miembros de la comunidad científica. Debe prevalecer una fuerte sospecha de que cualquier evidencia en contra de esa visión general es inválida. Dicha evidencia debe ser desestimada, incluso si no puede explicarse, con la esperanza de que con el tiempo llegue a ser falsa o irrelevante».

Esta es una visión del modo de operar de la ciencia muy distinta de la que comúnmente se tiene, en la que la aceptación de la autoridad se ve como algo que debe evitarse a toda costa. Se considera al buen científico como un hombre sin prejuicios, con una mente abierta, y dispuesto a abrazar cualquier nueva idea que apoyen los hechos. Sin embargo, la historia de la ciencia muestra que los que la practican no parecen actuar de acuerdo con esta idea popular.

Como se dijo en el capítulo precedente, Chargaff escribió una de las muchas críticas de *La doble hélice*, el relato autobiográfico de Watson sobre su descubrimiento, junto con Crick, de la estructura del ADN. En su crítica Chargaff opina que *Timón de Atenas* no hubiera podido ser escrito y *Les Demoiselles d'Avignon* no hubiera podido ser pintado si Shakespeare y Picasso no hubieran existido. Pero, ¿de cuántos descubrimientos científicos puede decirse lo mismo? Se puede decir que, con muy pocas excepciones, no es el hombre el que hace la ciencia, sino la ciencia la que hace al hombre. Lo que *A* hace hoy, seguramente *B, C o D* hubieran podido hacerlo mañana».

Al leer este pasaje, me sorprendió encontrar a un eminente científico abrazando el historicismo (la teoría capitaneada por Hegel y Marx que sostiene que la historia está determinada por fuerzas inmutables en lugar de estarlo por la actividad humana) como explicación de la evolución de la ciencia mientras que al mismo tiempo cree en la visión libertaria de la Historia para la evolución del arte. Como puede deducirse de mis comentarios sobre la crítica de Chargaff en el capítulo precedente, sospeché de entrada que Chargaff había hecho su afirmación solamente para rebajar la importancia del descubrimiento de Watson y Crick, ya que me costó trabajo creer que alguien pudiera mantener tales ideas contradictorias, y a mi modo de ver, obviamente falsas, sobre los dos dominios más importantes de la creatividad humana. Pero entonces empecé a preguntar a mis amigos científicos y a mis colegas si acaso también ellos pensaban que había una diferencia cualitativa importante entre las realizaciones del arte y de la ciencia, a saber, que las primeras son únicas y las últimas inevitables. Para mi sorpresa, encontré que la mayor parte de ellos parecían estar de acuerdo con Chargaff. Si, dijeron, es cierto que no hubiéramos tenido *Timón de Atenas* ni *Les Demoiselles d'Avignon* si Shakespeare y Picasso no hubieran existido, pero aunque no hubieran existido Watson y Crick, tendríamos la doble hélice de ADN. Por lo tanto, contrariamente a mi primera impresión, no parece tan obvio que esta proposición tenga tan poca validez filosófica o histórica. Así pues, trataré ahora de mostrar que no hay unas diferencias tan profundas entre las artes y las ciencias en cuanto a lo único de sus creaciones.

Antes de discutir la proposición de que lo único sólo se da en el arte, es necesario hacer una afirmación explícita sobre el significado de «arte» y de «ciencia». Como indiqué en el capítulo 2, la visión tradicional de las

artes y las ciencias es que ambas son actividades que se ocupan de descubrir y comunicar verdades sobre el mundo. El dominio al que el artista se dirige es el mundo interno y subjetivo de las emociones. Por lo tanto, las realizaciones artísticas pertenecen fundamentalmente a relaciones entre sucesos privados de significado afectivo. El terreno del científico, por el contrario, es el mundo externo y objetivo de los fenómenos físicos. Por tanto, las realizaciones científicas pertenecen principalmente a relaciones entre sucesos públicos. Así pues, la transmisión de información y la percepción de significado en esa información constituyen el contenido central tanto de las artes como de las ciencias. Un acto creativo, tanto por parte de un artista como de un científico, llevará consigo la formulación de una nueva afirmación con significado sobre el mundo, una adición al capital acumulado de lo que se ha llamado a veces «nuestra herencia cultural». Examinemos, por lo tanto, la proposición de que sólo Shakespeare hubiera podido formular las estructuras semánticas representadas por *Timón* mientras que otras personas diferentes de Watson y Crick hubieran podido hacer la comunicación representada por su artículo «A structure for Deoxyribonucleic Acid», publicado en *Nature* en la primavera de 1953.

En primer lugar, es evidente que la secuencia exacta de palabras que publicaron Watson y Crick en *Nature* no habría sido escrita si los autores no hubieran existido, del mismo modo que la secuencia de palabras exacta de *Timón* no habría sido escrita sin Shakespeare, al menos no hasta que las fabulosas máquinas mecanógrafas terminen su trabajo al azar en el Museo Británico. Y por eso, ambas creaciones son únicas desde este punto de vista. Sin embargo, no nos estamos refiriendo a la secuencia de palabras exacta. Nos referimos al contenido. Entonces, admitimos que otras personas diferentes de Watson y Crick habrían descrito, con el tiempo, una estructura molecular satisfactoria del ADN. Pero entonces, el personaje de *Timón* y la historia de sus pruebas y tribulaciones no sólo podrían haber sido escritos sin Shakespeare, sino que, de hecho, fueron escritos sin él. Shakespeare, simplemente, volvió a trabajar sobre la historia de *Timón* que había leído en la colección de cuentos clásicos de William Painter, *The Palace of Pleasure*, publicado cuarenta años antes, y Painter, a su vez, había usado como fuente a Plutarco y a Luciano. Pero entonces, no nos referimos realmente a la historia de *Timón*, lo que cuenta son las profundas penetraciones en las emociones humanas que ofrece Shakespeare en su obra. Nos muestra en ella cómo puede responder un hombre a las injurias

de la vida, cómo puede cambiar de la benevolencia ardiente al odio apasionado hacia su camarada. Sin embargo, ¿puede uno estar seguro de que *Timón* sea único desde el punto de vista básico de la esencia artística del trabajo? No. ¿Porque si Shakespeare no hubiera existido ningún otro dramaturgo nos hubiera ofrecido los mismos discernimientos? Otro dramaturgo hubiera usado una historia enteramente diferente (como hizo el propio Shakespeare en su *Rey Lear,* con mucho más éxito) para tratar el mismo tema y habría tenido éxito en su representación. La razón por la que nadie parece haberlo hecho es que Shakespeare lo había hecho ya en 1607, del mismo modo que nadie descubrió la estructura del ADN después de que Watson y Crick la descubrieran en 1953.

Así pues, nos vemos reducidos a afirmar finalmente que *Timón* es únicamente de Shakespeare porque ningún otro dramaturgo, aunque hubiera podido ofrecernos más o menos los mismos pensamientos, no lo hubiera hecho de forma tan exquisita como Shakespeare. Pero en este punto no debemos subestimar a Watson y a Crick y dar por hecho que aquellos que con el tiempo hubieran encontrado la estructura del ADN lo hubieran hecho exactamente de la misma manera y hubieran producido el mismo efecto revolucionario en la Biología contemporánea. Sobre la base de mi conocimiento de las personas que entonces estaban intentando descubrir la estructura del ADN, creo que si Watson y Crick no hubieran existido, los pensamientos que proporcionaron en un solo paquete habrían ido produciéndose mucho más gradualmente durante un periodo de muchos meses o años. El Dr. B habría visto que el ADN es una hélice de doble banda y el Dr. C habría reconocido posteriormente los puentes de hidrógeno entre las bandas. El Dr. D más tarde, habría propuesto el enfrentamiento complementario purina-pirimidina, y junto al Dr. E, en un artículo posterior, propondría el apareamiento específico de los nucleótidos adenina-timina y guanina-citosina. Finalmente, habríamos tenido que esperar a que el Dr. G propusiera el mecanismo de replicación del ADN basado en la naturaleza complementaria de las dos bandas. Mientras ocurría todo esto, los doctores H, I, J, K y L habrían producido confusión en la solución al publicar estructuras y proposiciones incorrectas. Por lo tanto, estoy realmente de acuerdo con el juicio de Peter Medawar en su crítica de *La doble hélice* en cuanto a que lo grande del descubrimiento de Watson y Crick fue «su

acabado, su aspecto de finalidad». Como se indicó en el capítulo precedente, Medawar pensaba que «si Watson y Crick hubiera buscado a tientas una respuesta... Si la solución hubiera llegado como un mosaico en lugar de un estallido de comprensión, aún entonces habría sido un gran episodio en la historia de la Biología». Pero no habría sido el deslumbrante descubrimiento a la «gran manera romántica» que, de hecho fue.

Por qué razón tantos científicos, aparentemente, no se dan cuenta de que puede decirse tanto del arte como de la ciencia que, mientras que «lo que A hace hoy, B o C o D podrían, seguramente, hacerlo mañana», B o C o D nunca podrían hacerlo igual que A, de la misma «gran manera romántica». Creo que se pueden proponer una serie de razones para explicar esta extraña miopía. La primera de ellas es, simplemente, que la mayor parte de los científicos no están familiarizados con los métodos de trabajo de los artistas. Tienden a imaginarse el acto de creación artística en los términos de Hollywood: Cornell Wilde en el papel del grandioso Frédéric Chopin mirando amorosamente a Merle Oberon como su musa en el papel de la señora George Sand y a continuación sentándose al pianoforte Pleyel para componer sus «Preludios». Como saben bien los científicos, la ciencia se hace de forma muy distinta: docenas de estereotipados y ambiciosos investigadores trabajan como esclavos en otros tantos idénticos laboratorios, todos ellos tratando de hacer descubrimientos similares, usando más o menos los mismos conocimientos y las mismas técnicas, unos tienen éxito y otros no. Los artistas, por otra parte, tienden a concebir el acto de creación científica en términos igualmente irreales: Paul Muni en el papel del grandioso Louis Pasteur, el cual, mientras ardía la lámpara de petróleo a medianoche en su laboratorio, tiene la inspiración de tomar algunas botellas del estante, mezclar su contenido y así descubrir la vacuna contra la rabia. Los artistas, a su vez, saben que el arte se hace de forma muy distinta: docenas de estereotipados y ambiciosos escritores, pintores y compositores trabajan como esclavos en otros tantos estudios, todos ellos tratando de producir trabajos similares, usando más o menos los mismos conocimientos y las mismas técnicas, unos tienen éxito y otros no.

Una segunda razón es que la creencia en la inevitabilidad de los descubrimientos científicos parece derivarse de los cuentos, relatados tan a menudo, de los famosos casos en la historia de la ciencia en los que un mismo

descubrimiento fue hecho independientemente dos o más veces por diferentes personas. Por ejemplo, la invención independiente del cálculo por Leibniz y New- ton, o el descubrimiento independiente del papel de la selección natural en la evolución por Wallace y Darwin. Sin embargo, el estudio de dichos «descubrimientos múltiples» realizado por Robert Merton en la Universidad de Columbia, muestra que, si se examinan detalladamente, en muy pocos casos, si es que hay alguno, son idénticos. La razón por la que se dice que son múltiples es, simplemente, que a pesar de sus diferencias puede reconocerse un solapamiento semántico entre ellos que puede transformarse en un conjunto de ideas congruentes.

La tercera razón, en cierto modo más profunda, es que, mientras que el carácter acumulativo de la creación científica en seguida resulta evidente para cualquier científico, no ocurre lo mismo con el carácter igualmente acumulativo de la creación artística. Por ejemplo, es obvio que ningún genetista actual necesita, para su propio trabajo, leer los artículos originales de Mendel, ya que han sido completamente sobrepasados por el trabajo de este siglo. Los artículos de Mendel no contienen información útil que no pueda obtenerse más fácilmente en cualquier libro de texto moderno o en la literatura genética en general. Por el contrario, los escritores, compositores o pintores modernos necesitan aún leer, escuchar u observar los trabajos originales de Shakespeare, Bach o Leonardo, que, tal como se piensa, no han sido sobrepagados en absoluto. A pesar de la aparente verdad de esta proposición, debe decirse que el arte no es menos acumulativo que la ciencia, ya que los artistas no trabajan en un mayor vacío de tradición que los científicos. Los artistas también construyen sobre el trabajo de sus predecesores; empiezan con los estilos e ideas que han llegado a ellos de sus profesores y posteriormente los mejoran, del mismo modo que hacen los científicos. Por seguir con nuestro principal ejemplo, el *Timón* de Shakespeare tiene sus raíces en los trabajos de Esquilo, Sófocles y Eurípides. Fueron estos autores de la antigüedad griega quienes descubrieron la tragedia como un vehículo para comunicar a los sentimientos los más profundos discernimientos, y Shakespeare desarrolló finalmente ese descubrimiento griego hasta las más altas cimas. En cierto modo, por tanto, las obras de los dramaturgos griegos han sido sobrepasadas por las de Shakespeare. ¿Por qué, entonces, las obras de Shakespeare no han sido sobrepasadas por el trabajo de dramaturgos posteriores?

Aquí encontramos, finalmente, una diferencia importante entre las creaciones del arte y de la ciencia, a saber, la factibilidad de paráfrasis. El contenido semántico de un trabajo artístico —una obra de teatro, una cantata, o una pintura— depende, de manera crítica, de la forma exacta en que está realizada; es decir, cuanto mejor sea un trabajo artístico, más probable será que cualquier omisión o cambio del original deteriore su contenido. En otras palabras, para parafrasear una gran obra de arte —por ejemplo, para reescribir *Timón*— sin pérdida de calidad artística se requiere un genio igual al genio del creador original. Dicha paráfrasis afortunada constituiría, de hecho, una gran obra de arte por méritos propios. El contenido semántico de un gran artículo científico, por otra parte, aunque su impacto en el momento de su publicación pueda depender de manera crítica de la forma exacta en la que se presenta, puede ser parafraseado posteriormente sin una pérdida importante de contenido semántico, por científicos de inferior calidad. Así, la simple afirmación: «El ADN es una hélice de dos bandas complementarias» basta para comunicar la esencia del gran descubrimiento de Watson y Crick, mientras que «un hombre responde a las injurias de la vida cambiando de la benevolencia ardiente al odio apasionado hacia su camarada» es meramente una perogrullada y no una paráfrasis de *Timón.* Hizo falta escribir el *Rey Lear* para parafrasear (y mejorar) a *Timón,* y verdaderamente el primero sobrepasó al segundo en el repertorio dramático de Shakespeare.

La cuarta, y posiblemente más profunda, razón para el aparente predominio entre los científicos de la proposición de que las creaciones artísticas son únicas y las creaciones científicas no, puede ser atribuida a una actitud epistemológica contradictoria hacia los sucesos del mundo exterior y los del mundo interior. El mundo exterior, que la ciencia trata de conocer, se ve a menudo desde el punto de vista del materialismo, según el cual, los sucesos y las relaciones entre ellos tienen una existencia independiente de la mente humana. Por consiguiente, el mundo exterior y sus leyes científicas simplemente están ahí, y el trabajo del científico es encontrarlas. Por tanto, el hacer descubrimientos científicos es como coger fresas en un parque público: las fresas que A no encuentra hoy seguramente serán encontradas mañana por B o C o D. Al mismo tiempo, muchos científicos ven el mundo interior, que el arte trata de descubrir, desde el punto de vista del idealismo, según el cual, los sucesos y las relaciones entre ellos no tienen más realidad que su reflejo en el pensamiento humano. Por consiguiente,

no hay nada que encontrar en el mundo interior, y las creencias artísticas no son más que castillos en el aire. En este caso, B o C o D posiblemente no encuentren nunca lo que hoy encontró A, porque lo que encontró A nunca había estado allí. No es del todo sorprendente, por supuesto, encontrar esta actitud epistemológica dividida hacia los dos mundos, ya que de esas dos tradiciones antitéticas del pensamiento filosófico Occidental, el materialismo es obviamente un enfoque inaceptable para el arte y el idealismo un enfoque inaceptable para la ciencia.

En años recientes más o menos contemporáneos al crecimiento de la Biología molecular, se encontró una solución al antiguo conflicto epistemológico del materialismo-idealismo con lo que ha llegado a conocerse como estructuralismo. El estructuralismo surgió simultánea e independientemente, y con diferentes apariencias en varios campos de estudio diferentes, por ejemplo, en Psicología, Lingüística, Antropología y Biología.

Tanto el materialismo como el idealismo dan por hecho que toda la información recibida por nuestros sentidos alcanza realmente nuestra mente; el materialismo supone que gracias a esa información la realidad se ve reflejada en la mente, mientras que el idealismo supone que gracias a esta información la realidad se construye en la mente. El estructuralismo, por otra parte, ha proporcionado la idea de que el conocimiento sobre el mundo entra en la mente no en forma de datos en bruto sino en forma de abstracciones ya elaboradas, es decir, en forma de estructuras. En el proceso preconsciente de convertir, paso a paso, los datos primarios de nuestra experiencia en estructuras, necesariamente se pierde información, ya que la creación de estructuras, o el reconocimiento de modelos, no es más que la destrucción selectiva de información. Por consiguiente, como la mente no puede tener acceso a la totalidad de los datos sobre el mundo, no puede ni reflejar ni construir la realidad. En lugar de eso, para la mente, la realidad es una serie de transformaciones estructurales de datos primarios tomados del mundo. Este proceso de transformación es jerárquico, en cuanto a que se forman estructuras «más fuertes» a partir de estructuras «más débiles» mediante la destrucción selectiva de información. Cualquier grupo de datos primarios llega a tener significado sólo después de que una serie de tales operaciones les haya transformado de tal forma que lleguen a ser congruentes con una estructura más fuerte que preexista en la mente. Como veremos en el capítulo 8, los estudios neurofísiológicos llevados a

cabo en estos últimos años sobre el proceso de la percepción visual en mamíferos superiores, no sólo muestran directamente que el cerebro opera realmente de acuerdo con los principios del estructuralismo, sino que ofrecen una ilustración de dichos principios fácilmente comprensible.

Finalmente, debemos considerar el interés de la Filosofía estructuralista en los problemas de la historia de la ciencia que se están discutiendo. En lo que concierne a lo prematuro de un descubrimiento, el estructuralismo nos proporciona la comprensión de por qué un descubrimiento no puede ser apreciado hasta que pueda ser conectado de forma lógica con el conocimiento canónico contemporáneo. En el lenguaje del estructuralismo, el conocimiento canónico es, simplemente, la serie de «fuertes» estructuras preexistentes que se han hecho congruentes a partir de datos científicos primarios en el proceso de abstracción mental. Así, los datos que no pueden transformarse en una estructura congruente con el conocimiento canónico son una vía muerta; en el último análisis siguen sin tener significado. Es decir, no tienen significado hasta que se muestre un camino que los transforme en una estructura que sea congruente con el canon.

En lo que concierne a la calidad de único del descubrimiento, el estructuralismo nos lleva a la idea de que cada acto creativo en las artes y en las ciencias es tanto trivial como único. Por una parte es trivial en el sentido de que hay una correspondencia innata en las operaciones transformadoras que realizan los distintos individuos con los mismos datos primarios. En lo referente a la ciencia, la Psicología cognoscitiva nos enseña que diferentes individuos reconocen la misma «calidad de silla» en una silla porque todos ellos hacen congruentes un conjunto de impresiones sensoriales del mundo exterior con el mismo *Gestalt,* o estructura mental. En lo referente al arte, la Psicología analítica nos enseña que hay un parecido en la vida subconsciente de diferentes individuos porque un arquetipo humano innato les hace producir las mismas transformaciones estructurales de los sucesos del mundo interior. Y en lo referente, tanto al arte como a la ciencia, la lingüística estructuralista nos enseña que es posible la comunicación entre diferentes individuos sólo porque una gramática humana innata les permite transformar un determinado grupo de símbolos semánticos en la misma estructura sintáctica. Por otra parte, todos los actos creativos son únicos en el sentido de que no hay dos individuos exactamente iguales y por lo tanto nunca realizan exactamente las mismas operaciones transfor-

madoras a partir de una serie determinada de datos primarios. Aunque todos los actos creativos, tanto en las artes como en las ciencias sean, por lo tanto, a la vez triviales y únicos, algunos pueden ser, sin embargo, más únicos que otros.

Posdata (1978). Para mi sorpresa, el musicólogo Leonard B. Meyer, en cuyas ideas me basé tan extensamente para el tratamiento de las artes en el capítulo 2, publicó una discusión altamente crítica sobre la segunda parte de mi ensayo *(Critical Inquiry,* 1, 163-217, 1974). Meyer, como Chargaff (y, debe notarse, también Crick [*Nature*, 248, 776-769, 1974J) volvieron a encontrar autoevidente la proposición de que, mientras que no hubiéramos podido tener *Timón de Atenas* si Shakespeare no hubiera existido, tendríamos la doble hélice de ADN incluso si Watson y Crick no hubieran existido. De hecho, Meyer vio en mi rechazo de esta proposición un intento de realizar (con la ayuda de C. P. Snow) una «boda de compromiso» entre las «llamadas dos Culturas». Según él, traté de forzar una unión antinatural al afirmar que tanto las artes como las ciencias son actividades que se proponen descubrir y comunicar verdades sobre el mundo. En lo que concierne a descubrir, Meyer sostiene que sólo los científicos descubren verdades; pero no crean nada. ¿Por qué? Porque «podemos asumir, evidentemente con una buena base, que aunque nuestras teorías que explican la naturaleza puedan cambiar, los principios que gobiernan las relaciones en el mundo natural son constantes con respecto al tiempo y al lugar. «Los artistas, por el contrario, no descubren nada: crean sus obras, las cuales no tienen existencia previa. Además, el concepto de «verdad» no es aplicable al arte, porque no hay datos o experimentos imaginables que puedan probar la validez de una obra de arte. Las grandes obras de arte meramente «obtienen el asentimiento general. Como ocurre con las teorías científicas comprobadas, parecen autoevidentes e incontrovertibles, llenas de significado y necesarias, infalibles e iluminadoras. Hay, sin duda, una aureola de “verdad” sobre ellas». La ciencia y el arte no pueden casarse porque, según Meyer, las teorías científicas son *proporcionales* y las obras de arte son *presentacionales*.

En una respuesta a Meyer *(Critical Inquiry,* 1, 683-694, 1975) apunté que, desde el momento en que cualquier teoría científica es una abstracción, más que un mero reflejo del «mundo natural», es tanto una creación como un descubrimiento: aquí, el acto creativo consiste en seleccionar un subconjunto particularmente interesante de la infinitud de sucesos que el «mundo natural» presenta continuamente ante nuestra consciencia y llamar la atención sobre él. Segundo, en lo que concierne al concepto de «verdad», observé que Meyer confundió el problema semántico de su significado con el problema epistemológico de la validez de las proposiciones científicas. Cuando se usa de forma coloquial, «verdad» se refiere a una afirmación que una persona cree que es el caso, que está en armonía con su imagen interna del mundo. Así, puede creer que una afirmación es cierta, incluso faltándole los medios para una valoración objetiva. Obtener el asentimiento general es una condición de verdad suficiente, que como admite Meyer, es alcanzada por las grandes obras de arte. Final y tristemente, encontré que Meyer también confundió la diferencia esencial entre un trabajo y su contenido semántico. Obviamente, una teoría científica (a la que el concepto de verdad es aplicable) no es un «trabajo» de ciencia; es el contenido de un trabajo tal como un tratado, un artículo, o una comunicación. Y un tratado, un artículo y una comunicación científicas son precisamente tan «presentacionales» como una obra de arte. A la inversa, el concepto de verdad no es aplicable a una obra de arte (por ejemplo, a una representación del *Timón),* sino sólo a su contenido semántico. Sin embargo, al comparar *cómo* es presentado el contenido de un trabajo en arte y en ciencia, encontramos una diferencia esencial: el contenido de un trabajo científico viene expresado explícitamente en términos lingüísticos, mientras que el contenido de una obra de arte está implícito meramente en su estructura. Esta diferencia presentacional puede tener enormes implicaciones, pero la proposición de que sólo son únicas las obras de arte y no los trabajos de ciencia, no es una de ellas.



Jacques Monod. Retrato por Efiraim Racker, 1947. (Con permiso de Efraim Racker.)

6. BIOLOGIA MOLECULAR Y METAFISICA (1971 Y 1973)

> «Y ahora, el anuncio de Watson y Crick sobre el ADN. Esta es para mí la prueba real de la existencia de Dios.»
>
> SALVADOR DALÍ, 1964

En *La doble hélice* Watson simplemente contó su propia historia, dejando al lector que sacase sus propias implicaciones cósmicas sobre los científicos y su trabajo. Pero otros dos arquitectos principales del edificio de la Genética molecular, Francis Crick y Jacques Monod, se dirigieron al salón con ensayos que exponían explícitamente el profundo significado filosófico que tenían los logros de la Genética molecular, no sólo para la comprensión de los procesos vitales, sino también para la profundización de la propia relación del Hombre con el Universo.

El ensayo de Crick, titulado *Moléculas y hombres (Of Molecules and Men*, University of Washington Press, Seattle 1966), viene precedido por la anterior cita de Dalí, pero ni el pintor surrealista ni Dios son mencionados en todo el libro. ¿Por qué cita entonces Crick a Dalí? Aunque *La doble hélice* empieza con la opinión del Honesto Jim: «No he visto nunca a Francis Crick comportarse con modestia», ni el propio Watson afirmaría que Crick cree realmente que en 1953 ellos aportaron la prueba definitiva de la existencia de Dios. No, Crick, evidentemente, opina que la afirmación de Dalí tiene gracia, y aunque la intención de Dalí seguramente fuera seria, Crick se está riendo de él al colocar a Dalí en el sitio de honor, bajo el título de un trabajo antirreligioso.

Lejos de probar la existencia de Dios, así lo confía Crick, los logros de la Genética molecular han hecho que las creencias religiosas sean aún más superfluas y pasadas de lo que eran antes de que se encontrase la estructura del ADN. Por ejemplo, el vitalismo, la doctrina del siglo XVIII que sostenía que el fenómeno de la vida sólo puede ser explicado por una misteriosa «fuerza vital» y que Crick identifica con el cristianismo, y especialmente con el catolicismo, ha sido, por fin, definitivamente destrozado. *Moléculas y hombres* encaja perfectamente en la tradición filosófica del positivismo, que valientemente elimina por carentes de sentido todos aquellos concep-

tos como el de «alma», que no pueden ser el sujeto de explicaciones operativas con significado. En la línea de esta tradición, Crick se identifica a sí mismo con la filosofía social y moral del cientifismo, al recomendar que «la ciencia en general, y la selección natural en particular, deberían ser la base sobre la que construir la nueva cultura».

Más adelante, en este y otros capítulos trataré de mostrar que Dalí realmente analizó la situación de una forma bastante correcta: el descubrimiento de la estructura del ADN ha proporcionado una prueba de la existencia de Dios. A pesar de la negativa de los partidarios del positivismo, el axioma metafísico de la ciencia occidental —que los fenómenos del mundo son accesibles al análisis por la razón humana— tiene sus raíces racionales en la creencia de que existe una Ley Natural creada por Dios. Y por lo tanto, con su brillante contribución a la explicación de los procesos de la vida en términos de la Física y la Química ordinarias, Watson y Crick han hecho más difícil el abandonar la creencia en Dios.

El azar y la necesidad, de Monod (Knopt, Nueva York, 1971), cubre en parte el mismo tema (es decir, el entierro del vitalismo por la Genética molecular) y elimina la religión tan tajantemente como lo hace *Moléculas y hombres.* Pero la visión filosófica de Monod es más amplia y sus argumentos están más ampliamente desarrollados que los de Crick. Monod trabajó en París, en el Instituto Pasteur, del que era director cuando murió, en 1976. Monod y su colega François Jacob desempeñaron un papel crucial en la formulación de la red de teorías de la Genética molecular del periodo dogmático, hasta el punto de que la comprensión final de la regulación de la función de los genes se obtuvo en gran parte gracias a las ideas de estos dos biólogos franceses. Monod era un hombre de mundo: metido en política, líder de la resistencia francesa durante la guerra, músico consumado, elegante escritor y, en sus últimos años, probablemente el científico más conocido de Francia. Por lo tanto, era de esperar que una declaración de las implicaciones filosóficas del trabajo de este hombre extraordinario fueran de interés para un público más amplio que el formado por sus colegas científicos. Y verdaderamente, el libro de Monod llegó a ser mucho más ampliamente conocido que el de Crick. En Francia, *El azar y la necesidad* alcanzó un éxito instantáneo, permaneciendo en la lista de best-sellers durante muchas semanas, colocándose justamente por debajo de la traducción francesa de *Love Story.* Tuvo también un gran éxito en Alemania y

otros países continentales, pero algo menor en Gran Bretaña y en los Estados Unidos, países en los que el público literato tiene menos implicaciones afectivas con los dos objetivos del ataque de Monod: el judeo- cristianismo y el marxismo.

Monod comienza lo que subtitula su «Ensayo sobre la Filosofía natural de la Biología moderna» llamando la atención sobre tres propiedades generales que caracterizan a los seres vivos y les distinguen del resto del universo. La primera de ellas es la *Teleología,* que significa que los seres vivos son objetos dotados de un propósito. La segunda propiedad general es \a. *Morfogénesis autónoma,* que los seres vivos son máquinas que se auto- construyen. Y la tercera propiedad general es la *Invarianza reproductiva,* que significa que los seres vivos engendran seres vivos parecidos a ellos. De estas tres propiedades generales, el análisis científico puede penetrar más fácilmente en la segunda y tercera que en la primera. Por pasmosa que pueda parecer a primera vista la existencia de objetos capaces de autoconstruirse y autorreproducirse fielmente, ya no hay ninguna razón para dudar de que pueda darse una explicación completa de esas facultades. Verdaderamente, la Biología molecular ha llegado ya muy lejos en su intento de proporcionar una explicación fisicoquímica completa de la autoconstrucción y la autorreproducción biológicas, y Monod dedica aproximadamente un tercio de su ensayo a hacer un resumen de los estudios llevados a cabo durante el último cuarto de siglo sobre las proteínas y los ácidos nucleicos —o las enzimas y los genes y su relación vía código genético— que han mostrado cómo manejan las células el asunto de la vida. Pero cuando intentamos tratar el propósito biológico tropezamos con un problema porque, como indica Monod, la atribución de un propósito a cualquier objeto natural implica una contradicción con lo que él llama el *Principio de Objetividad.* Ya que «la piedra angular del método científico es el postulado de que la naturaleza es objetiva. En otras palabras, la negación *sistemática* de que el conocimiento “verdadero” pueda ser obtenido mediante la interpretación de fenómenos en términos de causas finales —es decir, de “propósito”.» Así pues, aunque la existencia de un propósito en la vida es a primera vista evidente, la objetividad científica nos obliga a negarlo. «Esta contradicción en sí misma es, de hecho, el problema central de la Biología.»

¿Cómo han tratado este problema los filósofos del pasado? Principalmente afirmando la existencia de algún principio general o cósmico que dirige la creación y del que cualquier carácter o comportamiento finalista no es más que una manifestación particular. Y Monod asigna dichos filósofos a dos escuelas principales, la *vitalista* y la *animista*. La escuela vitalista, de la que «probablemente no ha habido un partidario más ilustre que Henri Bergson», cree que el principio teleológico general, el *élan vital*, pertenece sólo a la vida. Verdaderamente, es esta misteriosa fuerza vital la que distingue a la materia viva de la no viva.

La escuela animista, por el contrario, proyecta sobre la Naturaleza, viva y no viva «el conocimiento humano del funcionamiento intensamente teleológico de su propio sistema nervioso central. El animismo es, en otras palabras, la hipótesis de que los fenómenos naturales pueden, y deben, ser explicados de la misma manera, por las mismas "leyes", que la actividad subjetiva humana, consciente y finalista». La hipótesis animista debe ser muy antigua y probablemente nació cuando el hombre empezó a formular su primera filosofía de la Naturaleza. En aquellos días lejanos «el animismo estableció un convenio entre el hombre y la Naturaleza, una profunda alianza fuera de la cual parece extenderse una soledad terrorífica».

Aunque generalmente se piensa que hoy en día el animismo sólo está en conexión con las creencias de pueblos primitivos de Australia o del Amazonas, dos populares filosofías europeas modernas sobre la Naturaleza no son más que animistas. Una de ellas es la teoría evolutiva cristiana de Teilhard de Chardin, que afirma la existencia de una «energía ascendente» en el cosmos que conduce a cosas cada vez mayores. Monod está «impresionado por la pobreza intelectual de esta filosofía», que «no merecería la atención si no fuera por el sorprendente éxito que ha encontrado incluso en círculos científicos». La otra filosofía animista es el materialismo dialéctico de Marx y Engels, particularmente su versión «divulgadora», que ha estado guiando el pensamiento filosófico comunista durante los últimos cincuenta años. El materialismo dialéctico asegura que el universo se encuentra en un estado de evolución perpetua porque el movimiento es inherente a la materia. Este movimiento encierra una dialéctica de contradicciones y, como fuera de esas contradicciones surgen cosas nuevas y mejores, la evolución conduce necesariamente al progreso. Monod opina que el materialismo dialéctico se encuentra en un estado de

«bancarrota epistemológica», no sólo porque viola el principio de objetividad, sino también porque ha sido un claro estorbo, en lugar de una ayuda, para el progreso de la ciencia.

¿Cómo se va a resolver el dilema del propósito en Biología? Monod cree que «podemos asegurar hoy que una teoría universal, que podría tener un completo éxito en otros dominios, no podría nunca abarcar el mundo viviente, su estructura y su evolución, como fenómenos deducibles de sus primeros principios». En lugar de buscar una teoría universal podemos explicar el propósito de la vida mediante el azar. Es decir, el mundo vivo no contiene una clase predecible de objetos o de sucesos, sino que éstos constituyen una ocurrencia particular, verdaderamente compatible con los primeros principios pero no deducible de esos principios, y por lo tanto, esencialmente impredecible. Esta es una píldora muy difícil de tragar, ya que «nos gustaría creer que somos necesarios, inevitables, ordenados desde toda la eternidad. Todas las religiones, casi todas las filosofías, e incluso una parte de la ciencia dan testimonio de los infatigables y heroicos esfuerzos de la humanidad para negar desesperadamente su propia contingencia.»

Pero, ¿cómo puede surgir el propósito a partir del azar? Charles Darwin proporcionó la respuesta: por medio de un proceso evolutivo en el que ni la «fuerza vital» ni la «energía ascendente» ni la «materia en movimiento», sino la *selección natural* operando sobre las variaciones producidas por el azar crea estructuras con un propósito. ¿Qué hay de nuevo en eso? Seguramente todo el mundo, incluidos Bergson, Teilhard, Marx y Engels, conocen la teoría de Darwin, ya que fue propuesta hace más de cien años. Lo que es nuevo, según Monod, es que los recientes descubrimientos de la Biología molecular han resuelto, al fin, una contradicción lógica escondida en la teoría darwiniana: que a pesar de que los organismos engendran otros iguales a ellos, puedan producir también algunos variantes que, si son favorecidos por la selección natural, de nuevo engendran organismos iguales a ellos, dando lugar a una nueva línea de descendientes variantes. Sabemos ahora que los organismos llevan su información hereditaria almacenada en moléculas de ADN y que la invarianza reproductiva no es más que una consecuencia de la capacidad del ADN para autorreplicarse fielmente, y de la capacidad para el autoensamblaje de los otros constituyentes celulares cuya síntesis está presidida por las moléculas de ADN. Las variantes

hereditarias o *mutantes,* deben su aparición a las ocasionales imperfecciones que se producen por azar en el proceso de replicación del ADN. «Y por lo tanto puede decirse que esta fuente de perturbaciones fortuitas, de “ruido”, que en un sistema no vivo (es decir, no replicativo) llevaría poco a poco a la desintegración de toda la estructura, es la progenitora de la evolución en el mundo viviente, y explica su libertad de creación sin restricciones, gracias a la estructura replicativa del ADN: ese registro del azar, ese conservatorio silencioso en el que se conserva el ruido junto con la música».

Después de discutir las fronteras actuales del conocimiento en la Biología evolutiva, particularmente el misterio del origen de la propia vida, del sistema nervioso superior, y de esos peculiares atributos humanos como el lenguaje desde el punto de vista del darwinismo molecular, Monod finalmente indica las implicaciones filosóficas que tiene la solución del problema del propósito biológico para la actual condición humana. No se refiere al espectro de la manipulación deliberada del capital hereditario humano a nivel molecular, o «ingeniería genética», sobre cuya posibilidad Monod declara que es «una ilusión divulgada por unas pocas mentes superficiales». No, él se refiere al alma moderna que percibe que está en peligro. Ahora, ese hombre se encuentra a sí mismo solamente como el resultado de una serie de errores al azar en la historia replicativa de las moléculas de ADN, ha sido disuelto el convenio animista existente desde milenios entre el hombre y la Naturaleza, que «revelaba el significado del hombre al asignarle un sitio necesario dentro del esquema de la Naturaleza» y que, por lo tanto, satisfacía su deseo innato de una completa explicación del cosmos, y lo que ha reemplazado a ese convenio —la adhesión al *objetivismo,* o creencia de que «el conocimiento objetivo es la *única* fuente auténtica de verdad»— no deja, en el lugar que ocupaba ese precioso puente entre el hombre y la Naturaleza, «nada más que una necesidad ansiosa en un aterrador universo de soledad».

Por eso, nuestra primera ocupación debe ser preparar una amplia revisión objetiva de nuestras premisas éticas, porque los valores que el hombre ha estado, y aún está, observando están basados en el viejo convenio animista. Así, «para su base moral, las sociedades “liberales” de Occidente aún enseñan —o doran la píldora a— una repugnante mezcla de religiosidad judeo- cristiana, progresismo científico, creencia en los derechos “na-

turales” del hombre y pragmatismo utilitario». ¿Cómo haremos para realizar esa revisión? No mediante la adopción de «una vez por todas, de la posición de que la verdad objetiva y la teoría de los valores constituyen dominios mutuamente impenetrables y eternamente separados». Monod cree que esa posición es «absolutamente errónea», a pesar de que haya sido «adoptada por un gran número de pensadores modernos entre los que hay escritores, filósofos e incluso científicos», y a pesar de su propia opinión de que «el conocimiento en sí mismo excluye todo juicio de valor... mientras que la ética *no objetiva* en esencia, es excluida para siempre de la esfera del conocimiento». Aunque el principio de objetividad «prohíbe cualquier confusión de los juicios de valor con los juicios que llegan a través de conocimiento, esas dos categorías se unen inevitablemente en la forma de actuar, incluido el discurrir». Lo que se necesita ahora, por lo tanto, es el discurrir o actuar *auténticos*, que combinan la verdad objetiva y los valores y de este modo consiguen mantener la distinción entre estas dos categorías. Esto debe compararse con el «discurrir no auténtico en el que las dos categorías están mezcladas y que sólo conduce al más pernicioso absurdo». Al dominar el arte de discurrir auténtico se da uno cuenta de que la adhesión al principio de objetividad *«constituye una elección ética* y no un juicio llegado del conocimiento», es decir, es una expresión de lo que llama Monod la *ética del conocimiento*.

¿Cuál es la diferencia entre la nueva ética del conocimiento y la vieja ética del animismo? La ética animista afirma que se deriva de leyes inmanentes que le son impuestas al hombre, mientras que es el hombre en su terrible soledad el que prescribe la ética del conocimiento para sí mismo.

¿Y podríamos conocer algunos ejemplos concretos del cambio de valores conseguido al adherirse a la ética del conocimiento abandonando el pragmatismo judeo-cristiano-cientifista, o el materialismo dialéctico marxista? Monod no proporciona ningún ejemplo, posiblemente por la buena razón de que la ética del conocimiento parece dejarle a uno el derecho de creer en lo que los animistas han estado creyendo todo el tiempo. Los judeo-cristianos pueden encontrar consuelo en la creencia de que «la ética del conocimiento reconoce que las más elevadas cualidades humanas como el valor, el altruismo, la generosidad y la ambición creativa tienen un origen sociobiológico y afirma su valor transcendente en el servicio del

ideal que define». Y los marxistas podrían encontrar alivio en la conclusión de que el socialismo, esa gran idea del siglo XIX que «para los jóvenes de espíritu... sigue viva con dolorosa intensidad», puede por fin construirse bajo la ética del conocimiento, después de las traiciones que ha sufrido y de los crímenes cometidos en su nombre. Ya que en su párrafo final, Monod declara que el socialismo «es la conclusión a la que conduce necesariamente la búsqueda de la autenticidad. El viejo convenio está hecho añicos: el hombre sabe al fin que está solo en la insensible inmensidad del universo del que surgió por puro azar. No están escritos en ningún sitio ni su destino ni su deber. El reino o las tinieblas: es él quien debe elegir».

Creo que éste es un libro importante, principalmente porque estoy de acuerdo con lo que Monod dice en su prefacio que es su única excusa para escribirlo: «el deber que, con más fuerza que nunca, tienen los científicos de considerar su disciplina dentro del conjunto de la cultura moderna, para enriquecerla, no sólo con nuevos descubrimientos técnicos, sino también con las ideas que surjan de su área de trabajo que puedan considerarse humanamente significativas. La propia ingenuidad de una visión joven de las cosas (y la ciencia tiene ojos jóvenes) a veces puede iluminar los viejos problemas con una nueva luz».

Pero debido a la importancia de esta afirmación filosófica por una de las mayores figuras de nuestro tiempo, ésta debe estar sujeta al análisis crítico como, sin duda (de acuerdo con las ideas que expone), el propio Monod hubiera sido el primero en desearlo. Desgraciadamente, me parece difícil hacer este análisis de la última, y para Monod posiblemente la más importante parte de su ensayo: la promulgación de su «ética del conocimiento». Ya que mi impresión sobre este intento de proporcionar una base «objetiva» para los valores éticos es más o menos la que expresa Monod acerca del trabajo de Henri Bergson, y es que está escrita con «un estilo comprometido y una dialéctica metafórica desprovista de lógica aunque no de poesía». Tal como lo entiendo, la ética del conocimiento me parece que, si no es auténtico cientifismo, es una especie de criptocientifismo solapado. En cualquier caso, tanto los filósofos católicos como los marxistas en Francia ya han respondido a la afrenta de ver sus creencias e ideas enviadas, sin más, al cubo de la basura, y han hecho vigorosos contraataques poéticos a la ética del conocimiento de Monod. Y el relato de Monod sobre

la explicación a nivel molecular de la autoorganización y la autorreplicación de la vida *no necesita* análisis crítico. Nadie que esté familiarizado con los escritos científicos de Monod se sorprenderá de saber que en este libro ha proporcionado, a una audiencia general, un excelente resumen del campo científico en cuyo desarrollo participo de forma tan decisiva. Verdaderamente, ha dado una visión desde nuevas e interesantes perspectivas de fenómenos aparentemente tan prosaicos como la reacción enzimática y la estructura de las proteínas.

Pero cuando se refiere a lo que considero que es el centro filosófico de su ensayo, la objetividad y el final del animismo, hace falta un conocimiento crítico y va a ser hecho a continuación. Como Monod, yo también creo que un viejo convenio entre el hombre y la Naturaleza se está disolviendo en nuestros días, y que esa disolución señala un paso importante en la evolución del intelecto. Sin embargo, creo que Monod no ha descrito correctamente, ni las implicaciones de ese convenio para la ciencia, ni lo que va a reemplazar a dicho convenio. Desgraciadamente, Monod no define explícitamente muchos de sus conceptos clave —de «ciencia», «objetividad», «soledad», o «conocimiento verdadero»— lo que es problemático porque la evidencia interna sugiere que da significados no convencionales a algunos de esos términos. Por ejemplo, la única definición que da de su significado de «ciencia» aparece en el prefacio de su ensayo, en el que declara su creencia de que «la intención última del total de la ciencia es, verdaderamente, el clarificar la relación entre el hombre y el universo». Sin embargo, en el lenguaje filosófico ordinario, esa intención es el propósito de la *Metafísica,* una rama del conocimiento que Monod obviamente cree que está en conflicto con el principio de objetividad, y, por tanto, al contrario que la ciencia, es poco útil.

Así pues, empecemos nuestro análisis con el animismo, que Monod define como la hipótesis de que los fenómenos naturales pueden y deben ser explicados por las mismas leyes que la actividad humana consciente y finalista. (He aquí otro ejemplo del uso por Monod de términos filosóficos no convencionales, ya que «animismo» se entiende que designa una hipótesis más específica, la creencia de que todos los objetos naturales tienen un alma, o *ánima).* Ciertamente, la más básica de las leyes proyectadas por el hombre hacia la naturaleza es la *causalidad,* la creencia de que los sucesos que observa en el mundo exterior se parecen a sus propios actos

conscientes en cuanto a que están conectados como causa y efecto, en lugar de ocurrir por azar. Y como la creencia en la causalidad, o en el orden en los sucesos, es el fundamento en el que se basaron casi todos los intentos humanos del pasado para analizar la Naturaleza, la ciencia, tal como yo entiendo este término, lejos de ser incompatible con lo que entiende Monod por animismo, es una de sus más importantes manifestaciones. Verdaderamente, incluso las dimensiones más elementales con las que se expresan los científicos para tratar de describir los propios sucesos que se supone que relaciona la causalidad, tales como tiempo, espacio, masa y temperatura, no son más que proyecciones, en la Naturaleza de la propia fisiología y anatomía humanas.

¿Qué quiere decir Monod con «objetividad»? Si trata de implicar libertad frente a cualquier proyección subjetiva en la naturaleza, entonces, el postulado de que la naturaleza es objetiva no puede ser, como insiste Monod, la «piedra angular del método científico», y el principio de objetividad no puede ser «consustancial» a la ciencia. Sin embargo, esas dos afirmaciones podrían ser ciertas si por «objetividad» se designa un concepto más limitado como el negarse a establecer relaciones causa-efecto entre sucesos que la observación no pueda en principio ni probar ni refutar, tales como el propósito. Este era más o menos el principio de objetividad que los filósofos del positivismo sostenían como consustancial a la ciencia. Como Monod, los positivistas desdeñaban la Metafísica, pero al contrario que él opinaban que los problemas tales como la relación entre el hombre y el universo eran un puro absurdo.

Pero si Monod entiende la objetividad según su significado positivista, entonces una gran parte de su ensayo, la explicación del origen del propósito biológico en el azar y no en la necesidad, no pasa el test de objetividad. En primer lugar, Monod no parece haberse dado cuenta de que el principio de la selección natural de Darwin, en el que pone tanta confianza, no es una proposición científica objetiva. La esencia de la teoría de la selección es el concepto de *valor adaptativo:* cuanto mayor es el valor adaptativo de un organismo, mayor es su reproducción en comparación con otros organismos de su entorno. Como el criterio de valor adaptativo es la reproducción no puede concebirse ninguna observación o experimento que nos lleve a la conclusión de que la evolución no haya tenido lugar por un proceso en el que los organismos con mayor valor adaptativo se reproduzcan

de forma más prolífica —del mismo modo que no es posible, como indica Monod, «imaginar un experimento que pueda probar la no existencia de un propósito en la Naturaleza». Esta crítica no trata de sugerir que el principio de selección natural sea falso: al contrario, es lógico pero no «objetivamente» cierto.

Una controversia que actualmente agita a los estudiosos de la evolución ilustra la falta de objetividad de la idea de selección natural. Hace dos o tres años, probablemente después de que

Monod completara su manuscrito original, algunos biólogos dedujeron de los análisis comparativos de la estructura molecular detallada de proteínas particulares de organismos vivos actuales como la levadura, los gusanos, insectos, peces, anfibios, aves y el hombre, que la selección natural no podía haber desempeñado el papel tan importante atribuido por Darwin. Estos evolucionistas moleculares no darwinianos afirman que la mayor parte de las mutaciones genéticas responsables de las diferencias actuales en la estructura de las proteínas de los distintos seres vivos eran cambios *neutrales.* En otras palabras, en contradicción con el punto central del argumento de Monod de que esos cambios moleculares explican la génesis de estructuras con un propósito, la mayor parte de las mutaciones que se han producido en la Historia no afectarían en absoluto la función de las proteínas. Esta afirmación de los no darwinianos está siendo impetuosamente denegada por los verdaderos creyentes darwinianos, quienes insisten en que no puede haber sido neutral ninguna mutación que haya sobrevivido a los rigores de la selección evolutiva. En esta disputa, los no darwinianos están luchando en una batalla perdida de antemano, ya que *por definición,* lo que prueba el superior valor adaptativo de las mutaciones históricas es el hecho de que estén actualmente en los organismos modernos que se han reproducido de forma más prolífica que aquellas antiguas criaturas menos afortunadas que han caído en la cuneta de la evolución.

Además de su confianza en la selección natural, la argumentación de Monod a favor del azar, en lugar de la necesidad, como origen del propósito biológico, contiene una segunda proposición no objetiva. Esta es la afirmación de que las innovaciones biológicas de las que se alimenta la evolución surgen por azar. Aquí Monod parece haber pasado por alto el hecho de que el origen del azar es parte del propio concepto de innovación. La innovación sería excluida automáticamente de un universo preordenado como «el mundo de Laplace en el que el azar se excluye por definición».

Es decir, como en un mundo totalmente determinista todo el futuro está inmanente en sus condiciones iniciales, nada podría surgir que fuera realmente nuevo. Así pues, el problema filosófico que se discute no es que la innovación surja por azar o no, sino hasta qué punto es posible la innovación, un problema metafísico (cuya respuesta afirmativa Monod, por supuesto, da por hecho) que no puede ser resuelto mediante ningún principio de objetividad.

Desde el punto de vista de la selección natural, la adhesión al convenio animista contribuyó al valor adaptativo del hombre, ya que al hacer posible la ciencia permitió que el hombre dominase la naturaleza. En nuestro tiempo, el convenio finalmente se ha roto, y creo que no es por lo que declara Monod de que después de tantos miles de años la gente ha empezado a comprender que «el conocimiento objetivo es la *única* fuente auténtica de verdad», sino porque la ciencia ha mostrado, finalmente, que en la naturaleza no hay «verdad». Ni fuera de ella, como dijo Gertrude Stein hablando de Oakland, California, allí no es allí.

La subversión científica contra el convenio empezó a ser un asunto serio a principios de este siglo, cuando la evolución de la Física llegó a un punto en el que los problemas que tenían que ver tanto con los pequeñísimos sucesos subatómicos como con los inmensos sucesos cósmicos pudieron estudiarse usando escalas de tiempo, espacio y masa millones de veces menores o mayores que las escalas en las que originalmente el hombre proyectó esas dimensiones básicas en la naturaleza. Se encontró entonces por primera vez que no podía darse una adecuada descripción de los fenómenos situados en una escala muy pequeña o muy grande con el lenguaje ordinario y que debían cambiarse los significados originales, completamente intuitivos, de tiempo, espacio y masa por conceptos formales que van en contra del sentido común. Poco tiempo después resultó también, que incluso la noción de causa y efecto no era útil para explicar sucesos a nivel subatómico.

La ciencia, a pesar de ganar muchas más perspectivas al abandonar ideas tales como que la masa se conserva, el espacio es recto, que el tiempo es absoluto, y que los sucesos están relacionados, tuvo que pagar un precio muy alto por esa infracción del sentido común. El propio Albert Einstein, una de las figuras clave de ese desarrollo, quería mantener a toda costa la causa y el efecto —siendo reacio a admitir que, como cita Monod, «Dios juega a los dados». Esta actitud en el que fue, seguramente, una de las

mejores inteligencias de nuestro tiempo, muestra que en el fondo de nuestro animista corazón consideramos la verdad de la causa y d efecto como autoevidente. O, como indicada Niels Bohr, quien durante muchos años trató de convencer a Einstein de que Dios juega a los dados, la desnaturalización de los conceptos de sentido común, tales como atribuir a la luz las propiedades tanto de partículas como de ondas, es un procedimiento irracional aunque sea científicamente útil.

El convenio está llegando al final de su camino porque la naturaleza en sus aspectos más profundos se está haciendo incompatible con el pensamiento racional, esa característica capital del sistema nervioso humano seleccionada por la evolución por lo que aporta al valor evolutivo el tratar con fenómenos situados en escalas de dimensiones *existenciales* correspondientes a la experiencia humana directa.

Creo que este desarrollo —la disolución del convenio— presagia el final de la ciencia, ya que es de poca utilidad el continuar empujando cada vez más lejos los límites de nuestro conocimiento si los resultados tienen cada vez menos significado para la psique humana. En lugar de continuar esforzándose en analizar la naturaleza por los viejos métodos científico-racionales, está ganando terreno un nuevo enfoque para desentrañar la naturaleza, francamente irracional y típicamente oriental. Monod escribe: «Es difícil de comprender... porque la idea de que la naturaleza es objetiva no surgió nunca en algunas de las civilizaciones más sublimes, como la china, que tuvo que aprenderlo de Occidente.» Para dejarlo bien sentado, los chinos conocían todo lo relativo al principio de objetividad cuando, hace milenios, alcanzaron el más alto grado de civilización, tanto cultural como tecnológico, que se haya podido ver en la faz de la tierra. Ya en tiempos helénicos, el chino contemporáneo de Platón, Mo Tzu, presentó una argumentación elaborada a favor de un enfoque objetivo y empírico de los fenómenos naturales. Pero una vez que los chinos alcanzaron su pináculo, encontraron (y por primera vez en la Historia podrían volver a encontrar) que el principio de objetividad era deficiente. Mientras se asentaban las Edades Oscuras en Occidente, China abandonó el Moísmo de Mo Tzu y se volvió hacia el Taoísmo de Lao Tzu, una especie de animismo al revés que proyecta la naturaleza en el hombre, en lugar de proyectar al hombre en la naturaleza. Este giro cambió la antigua búsqueda del hombre del *dominio sobre* la Naturaleza en *armonía con* la Naturaleza. Tras este

profundo cambio de actitud, la ciencia china se estancó, mientras que después de su salida de la edad oscura, los judeo-cristianos de Occidente aunaron esfuerzos para mejorar su condición mediante el dominio de la Naturaleza. Finalmente, los bárbaros occidentales tomaron China y le enseñaron no tanto el principio de objetividad como el concepto —que pronto estará en bancarrota— del materialismo dialéctico.

Ahora parece que le toca al Occidente aprender la Filosofía natural taoísta de Oriente. En Occidente, el viejo convenio permanecerá intacto mientras la explicación de la relación del hombre con el universo no haga más que cambiar del cuento del Génesis a la fábula de la evolución darwiniana. No, la disolución del convenio sólo se producirá en el día en que el intento de descubrir la vida se base en los sesenta y cuatro elementos del *I Ching*, el *Libro de los Cambios* chino, en lugar de los sesenta y cuatro elementos del código genético, y cuando la noción de ley y orden desaparezca, no de nuestras calles, sino del conjunto del universo.

Posdata (1978). No mucho después de la publicación original de este ensayo, Jacques Monod presentó una visión retrospectiva de *El azar y la necesidad* ante la Sociedad Médica de la Organización Mundial de la Salud (el texto fue publicado póstumamente en 1977 en el W.H.O. Journal *Prospective et Santé).* Aunque Monod no mencionó específicamente mi ensayo, no puedo dudar de que, de hecho, estaba contestando a mi crítica. ¿O fue sólo una coincidencia el que al principio de sus reflexiones expresara su sorpresa de que en Francia este libro se colocara como *best-seller* justamente debajo de *Love Story*, y que también se vendió bien en Alemania, y que no le sorprendía su éxito limitado en países anglosajones? Monod suponía que *El azar y la necesidad* tuvo tanto éxito porque a lo largo del libro trataba de «enfocar el problema existencial, por supuesto, no en términos científicos —ya que, al ser un problema metafísico, o más exactamente, un problema moral, no puede enfocarse así— sino en términos que no son incompatibles con una actitud científica». Así pues, el término «metafísico», que, al estilo de los filósofos positivistas, había sido utilizado por Monod sólo como epíteto derogatorio, más tarde se convirtió en un término descriptivo de la intención central de su proyecto. Y, retrospectivamente, reconoció también que su principio de objetividad era «un

postulado metafísico necesario». En cuanto a cómo puede justificarse el que ese postulado sea la base de la ciencia. Monod encontró que ese problema era «demasiado técnico» para mencionarlo en su discurso, pero creía que el criterio de falsifiabilidad de Karl Popper serviría para probar la posición científica en el conocimiento. En lo que concierne al significado de «objetivo», Monod admitió que había existido una gran confusión sobre el sentido en el que había usado ese término en su libro. Para aclarar esa confusión, Monod declaró que no era su intención el usarlo en su significado ordinario, o antónimo de «subjetivo», ya que «todo el mundo sabe que un científico, como sujeto, no es objetivo». Lo que quería decir es que el conocimiento es «objetivo» dado que rechaza las interpretaciones de los fenómenos en términos de causas finales. Consideró que esta definición, basada meramente en la ausencia de una característica particular, era «muy precisa, puramente lógica, puramente epistemológica». Finalmente, en lo que concierne a su «ética del conocimiento», Monod confesó que se había equivocado al usar un término que probablemente no era tan bueno, ya que la relación entre el conocimiento y la ética es realmente lo contrario de lo que implica dicho término. Al quedar el conocimiento objetivo como lo único verdadero, según Monod, en una ética de rechazo de las causas finales debería usarse el término más adecuado de «conocimiento de la ética». Así pues, lejos de proporcionar realmente una base para la construcción de un sistema ético «objetivo», su solución al «problema existencial» se convirtió en el desarrollo de un sistema de valores autoconsistente que no está en flagrante contradicción con el rechazo de las causas finales. Evidentemente, en 1973 Monod se apartó significativamente del estridente cientifismo inicial de *El azar y la necesidad.*





Contraste en las tradiciones morales. Izquierda: Valores fundamentales «cristianos» *(Moisés*, por Rembrandt). Derecha: Armonía «pagana» (Miroku Bosatsu [Maitreya]. Estatua de madera de alcanfor del período Asuka [552-6451 en el monasterio Chugu-ji, Nara, Japón.)

7. EL DILEMA DE LA CIENCIA Y LA MORAL (1974)

Desde el siglo xvi, cuando Francis Bacon lanzó la idea, entonces nueva, de que la ciencia proporciona la esperanza de un mundo mejor, ha habido conflictos entre la ciencia y la moral. Pero desde el mismo momento en que empezó la ciencia moderna y con el caso de su fundador, Galileo, estos conflictos se resolvieron siempre, a la larga, a favor de la ciencia. Hacia el final del siglo XIX, pareció completo, a todas luces, el triunfo de la ciencia sobre la moral tradicional y en particular sobre la religiosa. Sin embargo, no sólo quedan aún algunos conflictos problemáticos entre la ciencia y la moral, sino que, en Occidente, está perdiendo terreno rápidamente la credibilidad del credo baconiano sobre la salvación por medio de la ciencia. Este crecimiento actual de las actitudes anticientíficas es tan serio como sorprendente porque, lejos de reflejar las ideas de ignorantes agitadores del pueblo o de fanáticos religiosos, está ocurriendo entre los jóvenes intelectuales de la nueva izquierda. Es decir, ha infectado las mentes del mismo grupo que normalmente debería proporcionar los reclutas de la siguiente generación de científicos. Alarmada por este desarrollo, la vieja guardia ha estado defendiendo el credo baconiano mediante sermones ende- rezadores. Pero estos sermones tienen muy poco efecto; su lenguaje de razón indignada no llega a los oídos de los jóvenes infieles y no hace más que aumentar el coraje de los auténticos creyentes.

Gran parte del ataque a la ciencia por la nueva izquierda, así como su defensa por la vieja guardia, se ocupa del llamado nial uso de la ciencia en la guerra y en la paz, con el asesinato y la mutilación de ciudadanos indefensos, con el control y la explotación de pueblos oprimidos y con el agotamiento y la contaminación de la Tierra por los frutos tecnológicos de la investigación moderna. La vieja guardia, por supuesto, deplora ese mal uso tanto como la nueva izquierda. Pero para los primeros es una postura equivocada el censurar la ciencia solamente por nuestros problemas, ignorando su contribución a nuestro bienestar. El modo de evitar esos malos usos, así proclaman generalmente los sermones, no es parar de hacer ciencia, sino aplicarles el remedio político y científico. De cualquier modo, ¿cómo seremos capaces de solucionar el hambre en el mundo y de curar el cáncer si abandonamos la ciencia ahora?

En mi opinión, estas discusiones raramente consideran una causa más profunda del abandono contemporáneo del credo baconiano, que es, desde el punto de vista filosófico, más problemático que el mal uso de la ciencia, incluso si éste no tiene remedio, por lo menos en principio. Me refiero a las dificultades morales que han surgido de algunas aplicaciones de la ciencia que, lejos de suponer la muerte o la esclavización de la gente o la destrucción de la naturaleza, intentan aumentar el bienestar humano y que, no obstante, tienen implicaciones siniestras. Es a esta última categoría a la que pertenecen algunas de las aplicaciones, en realización o en proyecto de la Biología humana. A pesar de su franca intención filantrópica, esas aplicaciones parecen monstruosas y evocan los espectros de los doctores Strangelove y Frankenstein. La tesis que trataré de desarrollar en este ensayo es que el dilema moral que origina la ciencia benévola (en contraposición a sus aplicaciones malévolas) no es que la ciencia entre a veces en conflicto con la ética, sino que el crecimiento de los adelantos científicos y el poder que se ha desarrollado a partir de ellos han puesto en evidencia que el conjunto de la Metafísica y la Moral tradicionales de Occidente, que en un principio engendraron la ciencia, es incoherente.

Según Isaiah Berlin, el carácter contradictorio de la tradición moral de Occidente fue descubierto, o al menos plenamente expuesto, por Maquiavelo un siglo antes de que Galileo abriera la puerta de la ciencia moderna. Berlin expresa la opinión de que Maquiavelo es uno de los más grandes enigmas de la literatura occidental. Desde hace por lo menos cuatro siglos, ha habido un debate sobre lo que intentaba comunicar Maquiavelo en *El Príncipe* y en los *Discursos,* a pesar del hecho de ser un lúcido escritor. ¿Cómo es posible que, a pesar de que el texto de Maquiavelo está perfectamente claro, la gente continúe discutiendo sobre lo que se supone que significa? Además, los escritos de Maquiavelo le han hecho merecedor de un odio ecuménico y eterno por parte de los hombres que representan el espectro completo del pensamiento religioso, filosófico y político. ¿Cómo es posible que su publicación de algunos consejos a un príncipe del Renacimiento haya conseguido ofender a católicos y protestantes, autócratas y demócratas y a reaccionarios y revolucionarios a través de los siglos? La respuesta de Berlín a estas preguntas es que Maquiavelo publicó un pensamiento tan perturbador que no podría ser aceptado por ningún ideólogo que tuviera un proyecto ni por ningún hombre que tuviera un sueño, esto

es, que el conjunto de nuestros deseos es incoherente. Así, el reino de Dios no puede ser realizado en la Tierra, no por las flaquezas e imperfecciones del hombre, sino porque ese reino está pensado para satisfacer fines mutuamente incompatibles. El Papa, Martín Lutero, Federico el Grande, Karl Marx y Bertrand Russell deben diferir en su visión del reino de Dios y/o en cómo construirlo, pero todos ellos comparten esencialmente el mismo sistema ético y la ferviente creencia de que dicha sociedad ideal puede existir. No hay duda de que el mensaje subversivo de Maquiavelo sobre la imposibilidad de que exista tal sociedad le ha hecho aparecer como el mismísimo diablo encarnado.

La contradicción sobre la que llama la atención Maquiavelo no es, como incorrectamente ha sido alegado por los comentaristas de *El Príncipe* y los *Discursos*, entre la moralidad y la política, sino entre dos sistemas éticos incompatibles que forman parte de la herencia cultural de Occidente. Uno de esos sistemas, al que Berlín llama «cristiano», considera que la moralidad está basada en «unos valores fundamentales que se persiguen por su propia esencia —valores cuyo sólo reconocimiento nos permite hablar de crímenes o de moralidad para justificar y condenar cualquier cosa». El otro sistema ético que Berlín llama «pagano», deriva su autoridad del hecho de que el hombre es un animal social que vive en comunidades. En el sistema pagano no hay valores fundamentales, sólo está el fin común, y por lo tanto, aquí los juicios morales son relativos y no absolutos. O, dicho más simplemente, los dos proyectos mutuamente incompatibles sobre el reino de Dios, son, por una parte, libertad y justicia para el individuo, y por otra parte, ley y orden para el cuerpo social. De este pensamiento de Maquiavelo se deduce, según Berlín, «que la creencia de que, en principio, pueda descubrirse una solución correcta y objetivamente válida a la cuestión de cómo debería vivir el hombre, por principio, no es válida».

¿Pero en qué se basa la creencia en una serie de sistemas éticos objetivamente válidos? En la doctrina que con una u otra versión ha dominado el pensamiento occidental desde que Platón afirmara que «existe un principio único que no sólo regula el curso del Sol y las estrellas, sino que determina el comportamiento de todas las criaturas animadas». En esta doctrina ocupa una posición central la idea de Dios, o de su equivalente ateo, la razón eterna, «cuyo poder ha dotado de funciones específicas a todas las cosas y todas las criaturas; esas funciones son elementos de un

todo armonioso y son inteligibles sólo en sus términos... Este unificador comportamiento *monista* es el centro del racionalismo tradicional, religioso y ateo, metafísico y científico, transcendental y naturalista, que ha sido característico de la civilización occidental. Esta piedra, sobre la que se han fundado las creencias y las esperanzas occidentales, es la que Maquiavelo parece, en efecto, haber hecho añicos.»

Para ilustrar las contradicciones éticas sobre las que llamó la atención, Maquiavelo proporcionó algunos ejemplos concretos de la política, el gobierno y la guerra en la antigüedad clásica y en la Italia del Renacimiento. En este ensayo, presento algunos ejemplos de la ciencia moderna con objeto de intentar mostrar que el descubrimiento de Maquiavelo también puede iluminar su problemático y equívoco papel moral.

El primer ejemplo que consideraremos trata de la enseñanza de la evolución en los colegios públicos, que evidentemente ha avanzado mucho desde los días del juicio Scopes Monkey, en Tennessee, hace medio siglo. En 1972, la Comisión para Planes de Estudio del Consejo de Educación, del Estado de California, desestimó la demanda de algunos grupos cristianos fundamenta- listas de que en los libros de texto aprobados oficialmente el relato bíblico de la Creación debía presentarse con el mismo rango que la visión darwiniana a la hora de explicar el origen de la vida y de las especies. Aunque gran parte de la argumentación ante la comisión trató de la cuestión de si la teoría de la evolución es meramente una especulación sin pruebas, como alegaban los fundamentalistas, o una proposición científica sólidamente documentada, como afirmaban los biólogos, el punto más difícil de la discusión fue la libertad religiosa. Ya que los fundamentalistas sostenían que un niño cristiano en un colegio mantenido con los impuestos tiene tanto derecho a ser protegido de los dogmas del ateísmo como lo tiene un niño ateo a ser protegido de las oraciones. Así, podría deducirse que la enseñanza en clase del darwinismo como la única explicación de la biocosmología es una infracción contra la libertad religiosa que tienen los padres cristianos para educar a sus hijos en la fe de su elección.

Este argumento parece completamente justificado, sea o no cierto, tal como afirman a favor del darwinismo algunos clérigos liberales y apologistas, que se puede ser un buen cristiano sin tomar literalmente el relato bíblico del Génesis. Después de todo, la fe fundamentalista *consiste* en

tomar la Biblia al pie de la letra. Pero la inferencia que sigue al admitir la justicia de la afirmación fundamentalista no es que los textos de Biología debieran dar al Génesis el mismo rango que la evolución. En lugar de eso, debe concluirse que, en una sociedad heterogénea, ningún sistema de enseñanza pública puede operar de forma eficaz sin que sus planes de estudio produzcan prejuicios en las mentes de los pupilos contra las creencias que sostienen algunos de los ciudadanos. En otras palabras, en este caso el objetivo ético cristiano de libertad y derechos individuales debe dejar el paso al objetivo pagano de montar una sociedad pedagógicamente eficaz.

Proporcionan un segundo ejemplo las recientes críticas radicales que se han dirigido contra el confinamiento de personas en' contra de su voluntad en hospitales mentales y, verdaderamente, contra el propio concepto de enfermedad. Por ejemplo, Thomas S. Szasz ha argumentado que las enfermedades mentales no son trastornos genuinos y que la Psiquiatría no es una especialidad médica digna de confianza. Uno de los argumentos principales de Szasz a favor de esta proposición (el otro será considerado más tarde) es que un paciente sólo puede ser una persona que asume voluntariamente este papel, y un médico sólo puede ser una persona que da un tratamiento con el consentimiento de su paciente. Como según Szasz, el tratamiento psiquiátrico es en su mayoría involuntario (abierta o encubiertamente), las personas dementes no están realmente enfermas y los psiquiatras no son realmente médicos. Por tanto, la práctica de la Psiquiatría debe ser desautorizada ya que «en una sociedad libre, el hecho de que una persona tenga una enfermedad, o de que pueda atribuírsele una enfermedad —no importa si esa enfermedad es corporal o mental, literal o metafórica— no puede, de ningún modo, justificar el que se le imponga un tratamiento médico contra su voluntad». Verdaderamente, «uno de nuestros derechos más preciosos... es el derecho a estar enfermo —es decir, el derecho a rechazar el tratamiento, el derecho a morir sin ser molestado por intervenciones que nos sean impuestas por el Estado actuando a través de sus organizaciones médicas (o psiquiátricas)».

El argumento de Szasz, como el de los fundamentalistas, parece completamente justificado: el tratamiento no admitido, como la no admitida exposición unilateral del darwinismo, es incompatible con una sociedad libre. Pero, también en este caso la conclusión que se deduce no es que debería desautorizarse la práctica de la Psiquiatría, sino que la sociedad libre de Szasz no es una proposición factible. El propio Szasz parece que

se da cuenta de esto, ya que él requeriría el consentimiento previo sólo para el tratamiento de los «adultos conscientes», permitiendo así que la Pediatría, en la que la mayor parte de los tratamientos se dan sin el consentimiento del paciente, permanezca en el campo de la Medicina legítima. Evidentemente, Szasz quiere decir que en el caso de los niños, la facultad de consentimiento está inmadura y que, por lo tanto, otros deben decidir por ellos si desean tratamiento médico. Pero una vez que se admita tácitamente este punto, es totalmente irrazonable asegurar que no pueda haber personas anormales cuya edad cronológica y estado fisiológico les sitúe en la clase de «adultos conscientes» pero cuya facultad de consentimiento, por una u otra razón, no haya alcanzado la madurez. Dichas personas, como los niños, están sujetas a tratamiento no deseado simplemente porque la sociedad cuida de la salud de aquellos de sus miembros que son incapaces de cuidar de sí mismos. Quizá Szasz tenga razón al decir que el derecho a estar enfermo y a morir sin ser molestado es uno de nuestros más preciosos derechos, pero con todo lo precioso que sea, no es posible el libre ejercicio de ese derecho en una sociedad funcional. Además, Szasz probablemente tenga razón al pensar que la práctica psiquiátrica sea incompatible, no sólo con una sociedad libre, sino con una sociedad justa. Porque, mientras que personas declaradas mentalmente enfermas pueden ser sometidas a tratamiento psiquiátrico no deseado por ellas sin haber hecho ningún mal, esas mismas personas podrían escapar también al proceso normal de la justicia criminal si hubieran cometido un gran crimen. En otras palabras, vemos una vez más que los fines éticos fundamentales de libertad y justicia están en conflicto con el propósito social práctico del fin común.

El sistema ético cristiano, no es el único fundado sobre la piedra que Maquiavelo hizo añicos. Ya que la doctrina monista de un universo ordenado creado por Dios y que se rige por la ley natural que la razón puede descubrir es, asimismo, la base metafísica sobre la que se funda la ciencia occidental. Es una versión del «viejo convenio» de Monod entre el hombre y la Naturaleza. Por lo tanto, como fue reconocido por Dalí; aunque no así por Crick, un científico occidental es un hombre que cree en Dios, ya que sin esta creencia sería inútil el tratar de descubrir sus leyes. Una demostración de la necesidad de la creencia en Dios —que sin duda la mayoría de los científicos contemporáneos negarían, por supuesto— surgió cuando

Einstein afirmó su negativa a aceptar las implicaciones filosóficas del principio de incertidumbre de la mecánica cuántica al decir «Dios no juega a los dados». Aunque Einstein hablara, probablemente, medio en broma cuando usó el nombre de Dios en esta analogía, el hecho es que habría hecho falta un incómodo circunloquio (tal como «variables ocultas») para expresar exactamente el mismo sentimiento sin referirse a Dios. Otra demostración de esta necesidad fue proporcionada por el propio Crick en *Moléculas y hombres,* cuando discutió los cálculos prohibitivamente largos que serían necesarios para deducir la conformación tridimensional de las proteínas a partir de la secuencia de los aminoácidos que las componen. Comentando el hecho de que a pesar de esos tediosos cálculos las proteínas encuentran la conformación correcta, Crick escribió (probablemente medio en broma como Einstein, pero, al contrario que Einstein, sustituyendo a «Dios» por una «Naturaleza» personificada para no dar la impresión de ser cristiano): «El ordenador de la Naturaleza —el propio sistema— trabaja con una velocidad fantástica. Conoce también las reglas de forma más precisa que nosotros. Pero aún esperamos que, aunque no la ganemos en su propio juego, por lo menos la comprenderemos.»

Ahora, aunque pueda dudarse razonablemente de que la ética absolutista cristiana haya hecho más por la búsqueda de la buena vida que la ética relativista pagana no hay duda de que la ciencia, engendrada por la propia ética cristiana del universo regido por Dios, lo ha conseguido con un éxito glorioso. Desde que Galileo le dio la salida, la ciencia moderna ha recorrido un largo camino mostrando que la naturaleza es verdaderamente accesible a la razón y que, mediante el conocimiento adquirido, el hombre puede conseguir un extenso dominio sobre los sucesos naturales. Así pues, aunque la doctrina monista haya recibido poca confirmación de su aplicación en el terreno ético, el excelente servicio que ha rendido a la ciencia moderna parece apoyar su validez. Pero finalmente, en nuestros días, el enorme progreso de la ciencia ha sacado a la luz el hecho de que la doctrina del universo regido por la ley natural encierra también contradicciones epistemológicas para la ciencia.

La contradicción epistemológica que ha salido a la luz con el crecimiento de la Física moderna fue una de las mayores preocupaciones filosóficas de Niels Bohr. El indicó que «como el propósito de la ciencia es aumentar y ordenar nuestra experiencia, cada análisis de las condiciones

del conocimiento humano debe considerar el carácter y el alcance de nuestros medios de comunicación. Nuestra base de comunicación es, por supuesto, el lenguaje desarrollado para orientarse en nuestro medio y para la organización de las comunidades humanas. Sin embargo, con el aumento de experiencia, han surgido problemas como la suficiencia de los conceptos y las ideas que están incorporados en el lenguaje diario». Según eso, los modelos que ofrece la ciencia moderna como explicaciones de la realidad son representaciones figurativas construidas con esos conceptos vulgares. Esta forma de proceder fue eminentemente satisfactoria mientras se trataba de explicaciones sobre fenómenos que eran comparables en magnitud con los sucesos que forman nuestra experiencia de cada día (más o menos unos pocos órdenes de magnitud). Pero esta situación empezó a cambiar cuando, a principios de siglo, la Física había progresado hasta el estado en el que pudieron estudiarse los problemas relacionados tanto con los pequeñísimos sucesos subatómicos como con los inmensos sucesos cósmicos, con escalas de tiempo, espacio y masa billones de veces menores o mayores que los de nuestra experiencia directa. Ahora, según Bohr, «surgieron dificultades para nuestra propia orientación en un campo de experiencia lejano de aquél para cuya descripción estaban adaptados nuestros medios de expresión». Ya que resultó que la descripción de fenómenos en este campo mediante el lenguaje normal de cada día conduce a contradicciones o a figuras de la realidad mutuamente incompatibles. Para resolver estas contradicciones, el tiempo, el espacio y la masa tuvieron que ser desnaturalizados en conceptos generales cuyo significado no se parece en nada al proporcionado por la intuición. Con el tiempo, resultó también que la noción intuitiva de causa y efecto, noción básica para el concepto de ley natural, no es útil para explicar sucesos a nivel atómico y subatómico. Todo ese desarrollo fue la consecuencia del descubrimiento de que el uso racional de los conceptos lingüísticos intuitivos para la comunicación de experiencia, realmente encierra presuposiciones que hasta ahora eran desconocidas. Y son esas presuposiciones las que conducen a contradicciones cuando se intenta comunicar sucesos fuera del dominio de la experiencia. Ahora bien, aunque el campo de acción de la ciencia aumentó enormemente al reconocer los fallos del lenguaje ordinario y al desnaturalizar el significado intuitivo de algunos de sus conceptos básicos, la ciencia deberá pagar por ello un precio muy alto. Ya que aunque se hizo posible el pro-

porcionar una explicación mucho más exhaustiva y unificada de la experiencia, esa explicación se pareció cada vez menos al universo platónico cuya aceptación metafísica inspiró toda la empresa de la ciencia moderna. Hemos sido engañados, ya que si, de hecho, Dios juega a los dados, Él no está haciendo su trabajo.

Así como el crecimiento de la Física moderna ha sido el responsable de la aparición de las profundas contradicciones epistemológicas inherentes a la doctrina del universo ordenado accesible a la razón, ha sido el crecimiento de la Biología moderna lo que ha sacado a la luz las contradicciones morales inherentes al correspondiente sistema ético. Para apreciar la naturaleza de esas contradicciones morales, debemos considerar el concepto que es, asimismo, central en la ética platónica de la que somos herederos: el *alma,* la creencia en el alma ha sido tan esencial para la moralidad occidental como lo fue la creencia en la ley natural para la ciencia occidental, siendo Dios, por supuesto, la fuente metafísica de ambas. La formulación moderna del problema del alma se debe a Descartes. Descartes dio los fundamentos filosóficos de la Fisiología (y en particular de la Neurofisiología) al lanzar la fructífera idea de que los cuerpos, tanto humanos como de animales, pueden ser considerados como máquinas. Pero como los principios morales, obviamente, no son aplicados a las máquinas, sino que se aplican a los humanos, los humanos deben ser algo más que autómatas con forma humana. Lo que hace que el hombre sea más que un autómata es el alma, un agente que no es parte del cuerpo. Es de su alma incorpórea de donde el hombre deriva tanto la libertad como la responsabilidad de sus acciones, sin creer en ella no puede haber ética cristiana. Para tratar de la intersección entre la moral y la Biología humana, no hay nada hasta ahora que haya reemplazado el dualismo cartesiano cuerpo-alma, a pesar de la monserga cientifista sobre los sistemas éticos «objetivos» basados en argumentos tautológicos evolutivos. (Los pocos biólogos contemporáneos que admitieran creer en el alma no harían más que probar que muchos de ellos se parecen a Monsieur Jourdain de Moliere, quien no se daba cuenta de que estaba hablando en prosa).

El ensayo de Szasz proporciona una ilustración del hecho de que el dualismo cartesiano está muy vivo aún y sigue siendo la premisa metafísica (no reconocida) de la ética médica. El segundo gran argumento de Szasz en apoyo de la proposición de que las enfermedades mentales no son

trastornos genuinos, y de que los psiquiatras no son auténticos médicos, es que la demencia no es atribuible a «ninguna anormalidad o mal funcionamiento del cuerpo... Estrictamente hablando..., el trastorno y la enfermedad sólo pueden afectar al cuerpo. Por lo tanto, no pueden existir cosas tales como enfermedades mentales. El término "enfermedad mental" es una metáfora». A primera vista parece increíble que Szasz pueda afirmar que los síntomas anormales en el comportamiento que pueden asociarse con la demencia no se deriven del mal funcionamiento del cuerpo. ¿No sabe él, un profesor de Psiquiatría de la Universidad del Estado de Nueva York, que los complejos aspectos del comportamiento humano se generan en un órgano del cuerpo llamado cerebro, que los avances en Neuroanatomía y Neurofisiología realizados durante el siglo pasado han proporcionado grandes descubrimientos sobre cómo se las arregla el cerebro para hacer su trabajo, y que ciertas anormalidades o fallos bien definidos en el funcionamiento de ese órgano producen anomalías psicológicas? Me imagino que Szasz conoce todo esto, pero opina que las implicaciones morales de este conocimiento son simplemente, inaceptables. De hecho, Szasz hace evidente la fuente filosófica de su rechazo moral de la práctica psiquiátrica al acusar a Freud, al que considera (falsamente) responsable de crear la metáfora «enfermedad mental», de tener «una estrategia sistemática para rehacer y personalizar designaciones pseudomédicas, y para estigmatizar y despersonalizar a las personas». Evidentemente, Szasz sostiene la doctrina platónica que informó a Descartes: que la persona «real», el agente libre y responsable; no es el cuerpo sino el alma incorpórea. Y como el alma es incorpórea, las anomalías en el comportamiento generalmente asociadas con la demencia no pueden ser enfermedades corporales y por lo tanto están fuera del propósito de la medicina. Así pues, el tratar a los dementes como si fueran enfermos es, según Szasz, el confundir la Medicina con la moral: «por lo tanto, si y hasta donde se considere que esos "pacientes mentales" ponen en peligro a la sociedad, la sociedad puede, y debe, protegerse de la "enfermedad mental" del mismo modo que se protege de la "salud mental" —es decir, mediante la ley criminal. Aunque en su polémica Szasz parece ignorar por completo los descubrimientos que sobre el cerebro humano han conseguido la Neurología y la Fisiología, ha visto más claramente que muchos otros escritores el dilema básico. Y éste es que la materialización biológica del alma, la disolución del dualismo cartesiano, es incompatible con el mantenimiento de la ética occidental.

Consideraremos ahora los conflictos éticos que rodean a dos aplicaciones de la Genética humana. Uno de ellos es el asunto verdaderamente problemático, por lo menos para la sociedad americana actual, de la heredabilidad de la inteligencia y en particular del problema de si existen diferencias raciales significativas en el genotipo para la inteligencia. Por una parte, parece razonable pensar que si hay una variación en la contribución genética a la inteligencia entre individuos, o entre grupos raciales, entonces, ese factor debería ser tomado en cuenta en la organización de la sociedad. Pero, por otra parte, el mero reconocimiento de la existencia de este factor, dejando a un lado el tomarlo en cuenta en la acción social, parece un apoyo científico a la ideología racista, moralmente inadmisible. Recientemente, ha aparecido una excelente exposición de este problema por W. Bodmer y L. L. Cavalli-Sforza, quienes muestran que la heredabilidad de la inteligencia, a diferencia de la percepción extrasensorial y la telepatía, es una auténtica proposición científica. Primero, es posible obtener una media significativa de la inteligencia por medio de los tests IQ, por lo menos mientras el concepto de inteligencia se aplique a la capacidad de tener éxito en la sociedad para cuyo marco contextual se hayan hecho los tests. Segundo, existen, de hecho, diferencias significativas en IQ entre individuos y entre subgrupos sociales y raciales. Tercero, es posible, al menos en principio, llevar a cabo estudios con los que puede conocerse la contribución relativa de factores genéticos y ambientales en las diferencias en IQ observadas. Bodmer y Cavalli-Sforza encuentran que hay suficiente evidencia en el momento actual para asegurar que dentro de un grupo socioeconómicamente homogéneo, la herencia supone, de hecho, una contribución significativa a las diferencias en IQ existentes. Sin embargo, cuando comentan el valor medio de IQ considerablemente inferior de los negros americanos, concluyen, no sólo que los datos disponibles son inadecuados para asegurar hasta qué punto este hecho es atribuible principalmente a diferencias hereditarias o a diferencias ambientales, sino que «la cuestión de una posible base genética de las diferencias raciales en IQ será imposible de contestar satisfactoriamente antes de que las diferencias ambientales entre los blancos y los negros de los Estados Unidos se hayan reducido sustancialmente...». Finalmente, «como, hasta ahora por lo menos, no puede deducirse nada de los estudios sobre las diferencias raciales en IQ, tanto en el campo científico como en el práctico, no vemos ninguna razón particular para apoyar el uso de fondos públicos para su subvención.

Hay muchos más problemas biológicos útiles que pueden ser atacados por los científicos».

En mi opinión, esta recomendación, que trivializa el problema científicamente, trata de conseguir una salida fácil de un serio dilema. ¿Qué ocurriría si, tal como Bodmer y Cavalli-Sforza admiten que podría ser cierto, existe una contribución genética significativa responsable de las diferencias en IQ encontradas entre blancos y negros? Ellos creen que «en una auténtica sociedad democrática libre de prejuicios de raza, esto no importaría nada». Pero si las razas realmente fueran hereditariamente diferentes en inteligencia, entonces, el racismo no sería un «prejuicio», sino una percepción verdadera del mundo y algo que una sociedad racional debería tomar en cuenta. Por ejemplo, en ese caso, las diferencias en niveles socioeconómicos entre blancos y negros no reflejarían en absoluto discriminación, sino meramente el resultado de una realidad biológica subyacente. Y por tanto, el intento de conseguir una sociedad multirracial igualitaria sería precisamente otro sueño utópico inalcanzable. Encontramos, por lo tanto, otra contradicción maquiavélica entre los dos sistemas éticos incompatibles de nuestra herencia cultural. La ética pagana del fin común, a la que sirve la ciencia exigiría que se hicieran todos los esfuerzos posibles para conocer si las distintas razas de una sociedad multirracial, de hecho, difieren hereditariamente en su inteligencia. Pero la ética cristiana de los valores fundamentales, que inspira a la ciencia, sostiene que el racismo es un mal absoluto porque es subversivo al concepto fundamental de libertad y responsabilidad del alma humana. Por lo tanto, esta ética mantiene una línea intransigente contra la investigación sobre la inteligencia en las razas. Como no debe haber diferencias raciales en inteligencia determinadas hereditariamente, la investigación que suponga la posibilidad de tales diferencias es, *a priori*, malvada.

El segundo problema ético en la aplicación de la genética humana que voy a considerar, se refiere a la manipulación intencionada del genotipo humano. En un reciente ensayo, evidentemente informado por el credo baconiano del optimismo científico, Bernard D. Davis, proporciona una excelente visión general de las posibilidades prácticas y las implicaciones filosóficas de la Ingeniería genética humana. Primero, Davis opina que algunos científicos de la nueva izquierda han dramatizado excesivamente la amenaza que supone la posible aplicación del reciente desarrollo de la ge-

nética molecular al genomio humano, principalmente con el fin de persuadir al público de la necesidad de un cambio radical en nuestro gobierno. Pero esta exageración de los peligros inminentes en la investigación genética no parece que vaya a hacer la revolución, meramente «contribuirá a una visión pública ya distorsionada... Verdaderamente, la hipérbole irresponsable sobre las consecuencias genéticas ya ha influenciado el comienzo de las investigaciones». Davis sostiene que, aunque existe algo de peligro en posibles aplicaciones de la Genética no deseadas e incluso maléficas, este peligro es muy pequeño comparado con los inmensos beneficios potenciales. En cualquier caso, solamente una gama bastante limitada de manipulaciones genéticas tales como la reparación de defectos de un solo gen y la predeterminación del sexo, son posibilidades realistas en el futuro predecible. Sin embargo, Davis cree que la mayor parte de los proyectos fantásticos para la modificación dirigida de caracteres poligénicos, particularmente de los que se ocupan de funciones psicológicas, «permanecerán definitivamente en el campo de la ciencia ficción». Por lo tanto, hay pocas razones para alarmarse ante los peligros inminentes de la Ingeniería genética.

Sin embargo, hay una clase de manipulación genética, que sale de las páginas de ciencia ficción, que Davis cree que será pronto una realidad práctica. Se trata de la reproducción asexual, o clonado, en los mamíferos, que es probable que se consiga pronto mediante la introducción de núcleos diploides de un único animal donante en otros tantos huevos sin núcleo. De esos huevos crecerá un clon de individuos genéticamente idénticos, todos ellos con el genotipo del donante: «hay un incentivo económico considerable en el desarrollo de este procedimiento, ya que el hacer copias de campeones de concurso de ganados podría incrementar sustancialmente la producción de alimento... Y si el clonado de mamíferos llega a ser técnicamente posible, su extensión al hombre será, indudablemente, muy tentadora, en base a que el aumento de talentos comprobados obtenido por este método enriquecería enormemente nuestra cultura, mientras que el riesgo de perjuicio parece pequeño».

Un punto filosófico de interés es que el proyecto de poblar la Tierra con clones de seres humanos genéticamente idénticos, de hecho, no es tentador en absoluto. Si el tener a Kant, Beethoven, Bettina von Arnim, Einstein, Picasso, Clark Gable y Marilyn Monroe viviendo en nuestro bloque podría ser divertido, ¿por qué es una pesadilla la idea de tener cientos o

miles de sus réplicas en la ciudad? También Davis se siente receloso frente al clonado humano; cree que los logros obtenidos por las copias de Tolstoi, Churchill, Martin Luther King, Newton o Mozart (ya indiqué mi propia lista de modelos de genotipos antes de ver la de Davis) no igualarían a los de sus prototipos isogénicos. Davis opina, además, que es probable que el clonado cree un peligro evolutivo, ya que la reducción en la diversidad genética de la especie humana que resultaría de reemplazar la reproducción sexual por la asexual, afectaría adversamente su capacidad de responder adaptativamente a cambios ambientales bruscos. Este argumento evolutivo contra el clonado, aunque sea ampliamente aceptado por los biólogos carece de rigor lógico. Ya que el propio dominio sobre la Naturaleza que permitiera al hombre cambiar su sistema reproductivo de sexual a asexual, presumiblemente, también le permitiría hacer una respuesta adaptativa tecnológica (fenotípica) en lugar de hereditaria (genotípica) ante cualquier cambio ambiental hipotético.

No, la repulsa casi universal que provoca el proyecto de clonar seres humanos difícilmente podría derivarse de las consideraciones prácticas del tipo aducido por Davis. La idea de contemplar una horda de estereotipos humanos repetidos es aborrecida incluso por la gente que no conoce el tema y que, de hecho, carece de la sofisticación científica necesaria para apreciar tales argumentos. La razón del horror es, en mi opinión, la creencia de que el alma es única. Aunque el alma platónica sea incorpórea, se supone que encaja con el cuerpo; por lo tanto, es difícil concebir el que almas únicas habiten en miles de cuerpos idénticos. En otras palabras, los seres humanos clonados no serían auténticas personas, sino autómatas cartesianos con forma humana.

Puede mostrarse fácilmente que nuestra percepción de la calidad de único es, de hecho, un elemento importante al considerar un ser vivo como enteramente humano. Por ejemplo, la tendencia a considerar que todos los miembros de otra raza se parecen, es una precondición del racismo. Al ser despersonalizados, los individuos de otras razas son desposeídos de sus almas, y los racistas pueden quedarse a gusto con la creencia de que esos seres inferiores son poco más que animales. Un proceso de despersonalización similar, tiene lugar en la guerra. Tal como se manifiesta en muchos relatos sobre experiencias en tiempo de guerra, los soldados pueden suspender los dictados de su moralidad privada más fácilmente en breves en-

cuentros con un enemigo desconocido o incluso invisible, que en un encuentro con un miembro particular del enemigo (especialmente si es de la misma raza) si se produce la oportunidad para que se establezca la calidad de único en su persona. El enemigo sin cara, homogéneo y masivo, no tiene alma; no es más que una bestia peligrosa fuera de las fronteras de la moralidad. Sin embargo, una vez que se le reconoce como un individuo único, el enemigo adquiere un alma, se reúne con la familia del hombre, y entra en la esfera de la moralidad. El proceso inverso es el que se aplica a los animales caseros; cuanto mayor es la individualidad que se reconoce en un perro o un gato, mayor es la tendencia a personalizar al animal. En otras palabras, en este caso la percepción de la calidad de único hace que el amo otorgue un alma a su animal y lo eleve al estatus de humano honorario.

Encontramos pues, una contradicción más, inherente a las intenciones occidentales, que sale a la luz con los avances científicos. Los soñadores utópicos del reino de Dios en la Tierra, de Moro a Marx, piensan en sus sociedades perfectas, no en términos de hombres reales, sino en términos de ángeles que encierran todos los mejores atributos humanos y ninguno de los malos. Hasta donde yo sé, la diversidad no ha sido nunca considerada como un valor utópico importante (por lo menos fuera de los círculos científicos que tratan de derivar valores de consideraciones evolutivas). Por el contrario, cuanto más parecidos son los ángeles en su belleza, bondad e inteligencia, más perfecta es la visión de su sociedad. Mientras, debido a las variaciones producidas por el sistema reproductivo sexual, no había la menor esperanza de que aparecieran esas poblaciones angélicas, se trataba de un sueño en el que creer, una esperanza para un futuro mejor. Sólo ahora, cuando los avances en Genética y en Biología del desarrollo han puesto la producción asexual de homogéneas poblaciones angélicas en manos de la investigación tecnológica, súbitamente se ha hecho patente que, después de todo, esa no es la clase de sociedad perfecta que queremos. Lo que queremos es lo imposible: una sociedad perfecta constituida por una colección heterogénea de almas únicas e imperfectas, verrugas incluidas.

No parece que estos conflictos y contradicciones vayan a ser resueltos dentro del contexto de la tradición occidental. Lo que podría solucionar el problema es el abandono de la creencia en Dios, de su ley natural y del

rígido sistema ético cristiano basado en valores absolutos y la adopción en su lugar de un sistema totalmente relativo de moralidad privada y social. Es decir, en lugar de Verdad y Justicia, los valores primitivos serían Prudencia y Armonía. Pero ¿es ésta una base moral posible para una sociedad civilizada? Ciertamente, ya que existe, de hecho en la Tierra, otra gran civilización, la china, que tiene esta otra base. Las creencias chinas no están fundadas sobre la idea platónica que Maquiavelo hizo añicos. Y un examen de esta otra tradición muestra que la moralidad y la ciencia sin Dios son realmente posibles. A la luz de la tradición china, el materialismo dialéctico y la devoción al cristianismo pueden verse como variaciones menores dentro del mismo tema platónico: El cientifismo ateo es meramente viejo vino divino en botellas nuevas.

Aproximadamente en la época en que los filósofos griegos formalizaron la noción del universo lleno de leyes cuya forma de operar es accesible a la razón, se desarrollaron en China los dos sistemas filosófico-éticos complementarios del confucionismo y el taoísmo, que aún hoy gobiernan la vida allí en gran medida. El confucionismo es una serie de solapados consejos éticos para el manejo correcto de la sociedad. Sus preceptos están basados en la premisa fundamental de que el hombre es una criatura social y, por lo tanto, hay virtud en las relaciones sociales armoniosas. Esas relaciones se hacen armoniosas, no por obediencia a principios morales abstractos de validez universal tales como justicia y libertad, sino por el seguimiento exacto de una combinación de etiqueta y ritual prescritos. El taoísmo, por otra parte, es una filosofía trascendental de moral personal que atañe principalmente a la vida interior más que a las relaciones sociales. Sus preceptos están basados en la premisa fundamental de que el hombre es parte de la Naturaleza y que, por lo tanto, su vida debe tomar el camino, o tao, de los sucesos naturales. El hombre, al seguir el tao, debe abjurar de todo motivo de lucha y desconfianza, y tratar de alcanzar un estado en el que se encuentre tan libre de deseo y de experiencias sensoriales como sea posible. Ni el confucionismo ni el taoísmo invocan a Dios (al que, por otra parte, no conocen) o a la eterna razón como fuente de su autoridad, ni tampoco suponen la existencia de ninguna ley natural o derecho del hombre. En lugar de eso, ambos sistemas tratan de proporcionar al hombre la armonía con su alrededor.

Durante los primeros siglos de su existencia, el confucionismo y el taoísmo, uno abogando por la ocupación social y el otro por la retirada

personal, eran vistos por sus respectivos seguidores como en conflicto mutuo, así como con la tercera fuerza del moísmo, cuya metafísica, de hecho, era parecida a la noción occidental de un universo legislado y presidido por Dios. Pero el moísmo desapareció y se desarrolló, con el tiempo, una relación más o menos simbiótica entre el confucionismo y el taoísmo. En esta simbiosis fílosófico-ética, la burocracia confucionista se extendió por el país, mientras que la armonía taoísta se hizo con el liderazgo espiritual y cultural. El taoísmo, con su foco de atención en la naturaleza, también llegó a ser la fuente intelectual para el desarrollo de la ciencia china. Pero como el taoísmo desconfía de los poderes de la razón y de la lógica, y no proporciona la idea de las leyes de la Naturaleza, la evolución de la ciencia china tomó un curso bastante distinto del de la ciencia occidental. Joseph Needham expresó esta diferencia en los siguientes términos: «Con su apreciación del relativismo y la sutileza e inmensidad del Universo, los científicos chinos se estaban acercando a la imagen einsteiniana del mundo sin haber tenido la base de la imagen newtoniana». Como el taoísmo opina que el funcionamiento de la Naturaleza es inescrutable para el intelecto teórico, la ciencia china se desarrolló principalmente a lo largo de líneas empíricas. Este desarrollo empírico fue lento pero seguro, y en la época del renacimiento, la ciencia china y la tecnología que inspiró eran considerablemente más avanzadas que las de Occidente. Verdaderamente, gran parte de la ciencia europea del prerrenacimiento se alimentó de los descubrimientos chinos que habían pasado del Este al Oeste. Como es bien conocido, muchos de los inventos clave que con el tiempo produjeron la transformación de la Europa medieval en la moderna, tales como la pólvora", la imprenta, el reloj mecánico y la brújula, fueron de origen chino. Pero al faltar el incentivo espiritual para integrar sus descubrimientos empíricos en un armazón teórico, la ciencia china siguió siendo una empresa intelectualmente fragmentada. Mientras tanto, la ciencia occidental, por otra parte, inició su meteórica ascensión con el descubrimiento de Galileo de que los modelos sobre leyes naturales expresables matemáticamente y que tratan de cantidades medibles con exactitud pueden dar una útil explicación de la realidad. Gracias a este descubrimiento, la ciencia occidental pronto dejó atrás a la oriental. Ya que resultó que, contrariamente a lo que opinaba la doctrina taoísta, el funcionamiento de la naturaleza no es tan totalmente inescrutable para el intelecto. Como las preguntas que uno hace

sobre la naturaleza no son demasiado profundas, pueden encontrarse, normalmente, respuestas satisfactorias. Las dificultades surgen sólo cuando, tal como traté de mostrar en este ensayo, las preguntas llegan a ser demasiado profundas y las respuestas que deben darse a esas preguntas ya no están completamente en consonancia con el pensamiento racional.

Un ejemplo concreto del abismo que aún separa los enfoques que dan Oriente y Occidente a la naturaleza y sus leyes, fue el proporcionado por Hogen Fujimoto, un representante de las iglesias budistas de América, en las sesiones para la revisión de libros de texto de la Comisión de Planes de Estudios de California mencionada anteriormente. Fujimoto expresó su oposición a que la historia del Génesis fuera incluida en los libros de texto escolares porque esta historia se oponía a sus creencias: «Dentro de la complejidad de causas y subcausas, no puede determinarse una sola, estando escondida entre las miles de subcausas y condiciones. Por esta razón, el concepto de una causa tal como la creación divina, no puede ser aceptado por los budistas». Aunque Fujimoto no parecía poner objeciones a que la evolución darwiniana se mantuviera en los libros, debería haberlo hecho. Ya que tanto la Biblia como *El origen de las especies* están inspirados, según la visión oriental, por la misma idea ingenua, esto es, que se pueden aislar causas únicas y que de su aislamiento se deduce la explicación del universo. Hasta qué punto la voluntad de Dios o la selección natural son la causa de la vida, es un detalle comparativamente inconsecuente. Por lo tanto, los niños budistas de las escuelas de California deberían ser apartados de la exposición de la idea simplista de que el universo puede ser «explicado» por el pensamiento racional, ya sea la variedad bíblica o la darwiniana. Fujimoto concluyó su explicación con la observación de que «la cuestión del principio está más allá del alcance del intelecto humano, por lo tanto, no debía ser incorporada en los programas escolares».

En mi opinión, es altamente significativo que la Filosofía china, o del Lejano Oriente, esté ejerciendo ahora una influencia cada vez mayor en Occidente. Esta influencia ya no está confinada, como ocurría hace sólo unos pocos años, a los *beatniks* Zen, los maoístas de la nueva izquierda, los extravagantes de la meditación trascendental, y otros miembros de la contracultura. En lugar de eso, ha alcanzado los propios pilares de la sociedad. Por ejemplo, el súbito interés entre los ciudadanos del sólido *establishment* hacia el llamado «medio ambiente» es un alejamiento radical

del antiguo propósito occidental de dominar la naturaleza. Representa una subversión taoísta contra el credo baconiano y va en contra de la casi religiosa creencia en el progreso del siglo XIX. Es significativo, en este tema, que incluso aquellas poderosas fuerzas cuyos intereses económicos están en conflicto con el movimiento ecológico, tales como el petróleo y las industrias derivadas de la madera, se sienten ahora obligadas a alabar la causa ecologista y a afirmar que sus actividades no restringidas son necesarias meramente para mantener el *status quo* y no, como afirmaban en el pasado, para el progreso. Del mismo modo, el reciente acuerdo de las dos superpotencias, los Estados Unidos y la Unión Soviética, para acabar con la guerra fría que duró un cuarto de siglo es una desviación radical de su fervor tradicional, recto y recíproco de cruzada para destruir al enemigo del hombre. Representa una subversión confucionista contra la ética romántica cristiana de la nación como protectora de la fe verdadera y sitúa la armonía por encima de la verdad ideológica en las relaciones internacionales. Este brusco cambio no debe confundirse con un giro hacia la visión tolerante de «ellos tienen tanto derecho a su opinión como nosotros a la nuestra», que colocaría la nueva situación dentro del contexto de la ideología occidental. En lugar de eso, el acercamiento Estados Unidos-Unión Soviética parece deberse a una franca aceptación del principio de que la política exterior debería basarse, no en la percepción de lo bueno y lo malo, sino en alcanzar la meta de hacer un mundo habitable.

La mayor parte de los miembros más significativos de la vieja guardia científica, probablemente se alegran de esos dos recientes cambios en la política interior y exterior. Pero hay otros epifenómenos del giro hacia la visión oriental de los que se alegran menos. Entre éstos deben contarse el descenso en la subvención del gobierno para la investigación científica básica. En mi opinión, este descenso no se puede atribuir a una ignorancia por parte de las autoridades de los beneficios que ha aportado el apoyo económico a la ciencia, ni a la propaganda de la nueva izquierda sobre los malos usos de la ciencia, sino a una duda sincera (que según comunican recientes visitantes de China, es compartida por el gobierno chino) de la afirmación de la vieja guardia de que la mejora de la condición humana actual se basa en el descubrimiento de nuevas leyes naturales. En lugar de eso, parece haber una creencia cada vez más generalizada de que lo que hará que el mundo sea un sitio mejor es el comprender lo que es el hombre. Pero aunque la noción de las leyes de la Naturaleza y los métodos de la

ciencia moderna son, evidentemente, capaces de dar una explicación satisfactoria a la Fisiología humana, su Psicología no parecer ser accesible a los procedimientos descubiertos por Galileo. Según Bohr:

> La incapacidad del concepto mecánico de naturaleza para describir la situación humana se hace particularmente evidente al considerar las dificultades que acarrea la primitiva distinción entre cuerpo y alma. Los problemas a los que nos enfrentamos en este caso están obviamente relacionados con el hecho de que la descripción de muchos de los aspectos de la existencia humana exigen una terminología que no está basada directamente en esquemas físicos simples... Verdaderamente, el uso de palabras como pensamiento y sentimiento no se refieren a una cadena causal firmemente enlazada, sino a experiencias que se excluyen mutuamente debido a la diferencia que se establece entre el contenido consciente y el resto al que llamamos vagamente nosotros mismos.

En mi opinión, es en esta exclusión mutua donde está la raíz del dilema occidental de la ciencia y la moral.

BIBLIOGRAFIA

BERLIN, I., «The Question of Machiavelli», *New York Review of Books,* 4 noviembre 1971, págs. 20-32.

BODMER, W. F., y L. L. CAVALLI-SFORZA, «Intelligence and Race», *Scientific American,* octubre 1970, págs. 19-29.

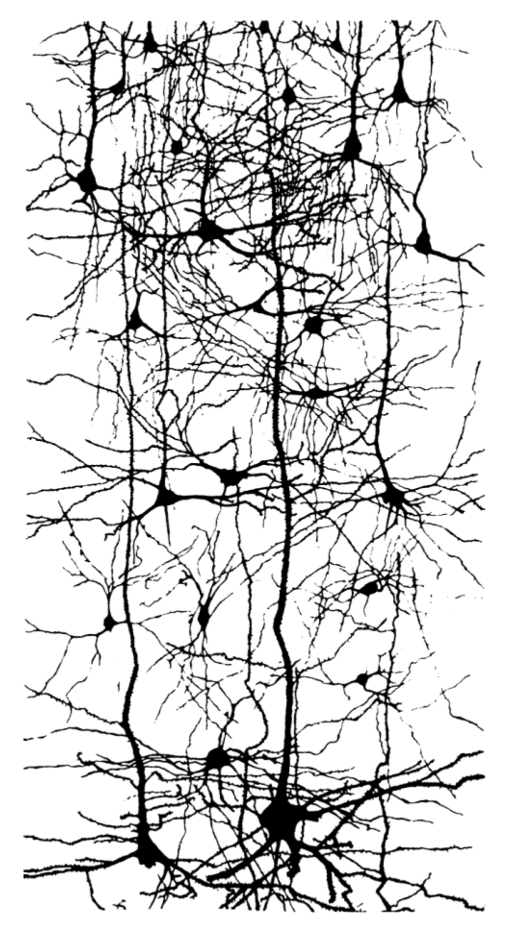
BOHR, NIELS, *Atomic Physics and Human Knowledge*, Science Editions, Nueva York, 1961.

DAvis, B. D., «Prospects for Genetic Intervention in Man», *Science,* 170, 1279- 1283 (1970).

FLEW, A., «Inmortality», en Paul Edwards (ed.), *Encyclopedia of Philosophy* (vol. 4, págs. 139-150), Macmillan, Nueva York, 1967.

NEEDHAM, JOSEPH, *The Grand Titration,* George Alien & Unwin, Londres, 1969.

SZASZ, THOMAS, S., «Mental Disease as a Metaphor», *Nature*, 242, 305-307 (1973).



La red neuronal en el córtex visual del cerebro humano vista al microscopio tras la tinción del tejido con plata. Las manchas oscuras globulares visibles en esta fotografía, son los cuerpos celulares de las neuronas corticales que procesan la información visual recibida por los ojos. Las prolongaciones verticales largas que salen de los cuerpos celulares son los axones, por medio de los cuales cada neurona se pone en contacto con otras neuronas del cerebro. Esos contactos tienen lugar en las dendritas, que se ven en esta figura como una malla de finas prolongaciones celulares, la mayor parte de ellas en sentido horizontal. (Tomado de J. L. CORNEL, *The Postnatal Development of the Human Cerebral Cortex,* Harvard University Press, Cambridge. Copyright 1959.)

TERCERA PARTE

EL ESTRUCTURALISMO EN LA ÚLTIMA FRONTERA

8. LA ABSTRACCION EN EL SISTEMA NERVIOSO (1971)

Tal como indiqué en mi discusión sobre *El azar y la necesidad*, de Monod, en el capítulo 6, la búsqueda de una auténtica comprensión «objetiva» de la naturaleza difícilmente tendrá éxito, debido al origen admitidamente evolutivo, en lugar de divino, del sistema nervioso humano con el que debe llevarse a cabo este proyecto. En los siguientes capítulos, consideraremos, con mayor detalle este sistema nervioso y los problemas cognoscitivos y filosóficos planteados por sus limitaciones intrínsecas.

El mayor problema con el que nos enfrenta el sistema nervioso es el cómo trabaja. En el momento actual, después de que los triunfos de la Genética molecular han solucionado el puzzle de la herencia, el sistema nervioso sigue siendo la última gran frontera de la investigación biológica. El cerebro se nos presenta aún con el antiguo problema de la relación entre mente y cuerpo, y es probable que en los años venideros los estudiosos del sistema nervioso reemplazarán a los genetistas en la vanguardia de la investigación biológica.

Pero debemos preguntar si el estudio científico del sistema nervioso podrá resolver alguna vez la paradoja mente-materia. ¿Es posible, de hecho, que la consciencia, atributo único del cerebro que parece dotar al conjunto de sus átomos de autoconocimiento, llegue a ser explicado? Como se mencionó al final del capítulo precedente, esta paradoja ha sido uno de los temas filosóficos de Niels Bohr. En su discurso «Light and Life», ante el International Congress of Light Terapy, en 1932, Bohr presentó sus ideas sobre las implicaciones generales que tenía la teoría cuántica de la estructura del átomo, en cuyo desarrollo él había intervenido en tan gran medida. Bohr esbozó allí la noción de que la imposibilidad de describir el cuanto de acción, y, por tanto, lo que llamó su «irracionalidad» desde el punto de vista de la Física clásica, no es más que un paradigma heurístico de cómo el hallazgo de lo que parece ser una profunda paradoja, con el tiempo conduce a un nivel más alto de conocimiento. «En principio, esta situación (la introducción de un elemento irracional) podría parecer deplorable; pero, como ha sucedido a menudo en la historia de la ciencia, cuando nuevos descubrimientos han revelado una limitación esencial de las ideas

cuya aplicabilidad no habría sido nunca discutida, hemos sido recompensados con una visión más amplia y con mayor poder de relacionar fenómenos que antes podrían parecer incluso contradictorios».

Estas consideraciones, pensaba Bohr, podrían ayudamos al tratar de explicar la naturaleza del cerebro en términos físicos: «el reconocimiento de la limitación de las ideas mecánicas en la Física atómica podría servir de ejemplo para conciliar los puntos de vista aparentemente opuestos de la Fisiología y la Psicología. Verdaderamente, la necesidad de considerar la interacción entre los instrumentos de medida y el objeto de investigación en la mecánica atómica se corresponde con las peculiares dificultades que surgen, en los análisis psicológicos, del hecho de que el contenido mental es invariablemente alterado cuando se concentra la atención en una sola de sus características... Verdaderamente, desde nuestro punto de vista, el sentimiento de libertad de decisión debe ser considerado como un rasgo peculiar de la vida consciente, cuyo paralelo material debe buscarse en funciones orgánicas, que no permite ni una descripción causal mecánica ni una investigación física suficientemente esmerada como para una aplicación bien definida de la ley estadística de la mecánica atómica». Víctor Weisskopf recientemente resumió la actitud de Bohr en los siguientes términos: «El conocimiento de la libertad personal para tomar decisiones parece una experiencia real. Pero cuando analizamos el proceso, y seguimos los pasos de sus conexiones causales la experiencia de la libre decisión tiende a desaparecer... Bohr, un esquiador entusiasta, usaba a veces el siguiente símil, que quizá pueda ser entendido solamente por los esquiadores. Cuando uno trata de analizar un giro cristianía en todos sus movimientos detallados, se desvanece y se convierte en un giro corriente con el bastón, del mismo modo que el estado cuántico se convierte en un movimiento clásico cuando es analizado con una observación aguda.» Esta actitud significaría nada menos que la búsqueda de una explicación «molecular» de la conciencia es una pérdida de tiempo ya que los procesos fisiológicos responsables de esta experiencia enteramente privada se verán degenerar en reacciones aparentemente vulgares, ni más ni menos fascinantes que las que ocurren en, por ejemplo, el hígado, mucho antes de que se alcance el nivel molecular. Así pues, en lo que concierne a la consciencia es posible que la búsqueda de su naturaleza física nos conduzca a los límites de la comprensión humana, por cuanto que el cerebro no puede ser capaz, en el fondo, de proporcionar una explicación de sí mismo. Verdaderamente,

Bohr terminó su charla de 1932 con el pensamiento de que «sin entrar en especulaciones metafísicas, puedo añadir quizá que cualquier análisis del propio concepto de una explicación empezaría y terminaría con una renuncia a explicar nuestra propia actividad consciente».

A pesar de tener que renunciar a la esperanza de explicar la mente, los estudios científicos del sistema nervioso han conseguido proporcionar *algunos* descubrimientos importantes sobre la base física de los procesos mentales. Puede decirse que esos estudios empezaron con los definitivos argumentos de Galeno en el siglo ll de que el cerebro es el sitio de la sensación la fuente de movimiento y el lugar de la inteligencia, refutando la afirmación anterior de Aristóteles de que el corazón es el sitio en el que tienen lugar esas funciones y que el cerebro es meramente un radiador que disipa el calor cardiaco. En el siglo XVII René Descartes formuló el problema de la generación del comportamiento humano en términos de funciones cerebrales específicas. Preguntó entonces cómo convierte el cerebro los datos que le son proporcionados por los órganos de los sentidos en percepciones con significado, y cómo consigue dar órdenes a los músculos para efectuar la acción apropiada. Aunque Descartes dio algunas respuestas especulativas a estas preguntas, fue solamente a mediados del siglo XIX cuando se hicieron los primeros intentos de conocer la relación entre la mente y el cuerpo con los métodos de la ciencia experimental moderna. Desde esos principios creció la disciplina actual de la Neurobiología, que confiesa tener la meta de descubrir las bases anatómica, fisiológica y bioquímica de los procesos cerebrales que determinan el comportamiento.

EL SISTEMA NERVIOSO

El inicio de la Neurobiología moderna se hizo posible en parte, por las mejoras, durante el siglo xix de las técnicas de observación microscópica, que permitieron realizar los primeros descubrimientos sobre la arquitectura celular del cerebro. Con el cambio de siglo, se mostró que el cerebro es una complicada red de células nerviosas o *neuronas* interconectadas que transmiten señales eléctricas.

Las neuronas tienen dos características singulares que las hacen particularmente apropiadas para este propósito. Primero, al contrario que la mayor parte de los otros tipos celulares, poseen prolongaciones largas y finas: los axones. Con sus axones las neuronas alcanzan y se ponen en

contacto con otras neuronas que están en sitios distantes y de esta forma originan una red interconectada que se extiende por todo el cuerpo del animal. Segundo, al contrario que la mayor parte de los otros tipos celulares, las neuronas producen señales eléctricas en respuesta a estímulos físicos o químicos. Conducen esas señales a lo largo de sus axones y las transmiten a otras neuronas con las que están en contacto. La red interconectada de neuronas y su tráfico de señales eléctricas forman el sistema nervioso.

Del mismo modo que la Galia Romana, el sistema nervioso se divide en tres partes: 1), una parte receptora o *sensorial,* que informa al animal sobre su condición con respecto al estado de su ambiente externo e interno; 2), una parte transmisora, o *efectora,* que produce el movimiento ordenando la contracción muscular; y 3), una parte *internuncial* (del latín *nuncius,* mensajero), que conecta las partes sensorial y efectora. La porción más elaborada de la parte internuncial, concentrada en la cabeza de los animales que tienen cabeza, es el cerebro.

El proceso de datos en la parte internuncial consiste principalmente en hacer una abstracción de la gran cantidad de datos suministrados continuamente por la parte sensorial. Esta abstracción es el resultado de una destrucción selectiva de una porción de los datos recibidos con el fin de transformar esos datos en categorías manejables que tengan significado para el animal. Debe notarse que la serie de órdenes que envía a los músculos la parte internuncial depende, no sólo de las recepciones sensoriales del momento, sino también de la historia de recepciones pasadas. Dicho más llanamente, las neuronas pueden aprender con la experiencia. Hasta hace poco tiempo, los intentos de descubrir cómo consigue realmente el sistema nervioso hacer abstracciones de los datos sensoriales y aprender de la experiencia, estaban confinados, principalmente, a especulaciones filosóficas, formalismos psicológicos o ingenuidades bioquímicas. Sin embargo, en estos últimos años, los neurofisiólogos han hecho algunos descubrimientos experimentales importantes que han supuesto el inicio de un enfoque científico de estos profundos problemas. Aquí, no puedo hacer más que describir brevemente un ejemplo de esos recientes avances y esbozar alguno de los descubrimientos a los que ha conducido.

Antes de discutir esos descubrimientos debemos considerar brevemente cómo se producen y viajan las señales eléctricas en el sistema nervioso. Las neuronas, como casi todas las células, mantienen una diferencia de potencial eléctrico de aproximadamente una décima de voltio a través

de sus membranas. Esta diferencia de potencial se produce por la distribución desigual de los tres iones inorgánicos más abundantes en los tejidos vivos, el sodio (Na^+), el potasio (K^+) y el cloro (Cl^-), entre el interior y el exterior de la célula, y por la baja y desigual permeabilidad específica de la membrana celular para la difusión de estos iones. Como respuesta a la estimulación física o química, la membrana celular de una neurona puede aumentar o disminuir una u otra de esas permeabilidades específicas para los iones, lo que generalmente produce una caída de potencial eléctrico a través de la membrana. Lo más importante de esos cambios en la permeabilidad de los iones es la aparición del potencial de acción o *impulso nervioso.* Se produce entonces un cambio transitorio bastante grande en el potencial de membrana que dura sólo una o dos milésimas de segundo cuando una caída de potencial anterior sobrepasa un cierto valor umbral mucho menor. Gracias, en su mayor parte, a su capacidad de generar dichos impulsos, la neurona (un mal conductor de corriente eléctrica si se compara con un hilo de cobre aislado) puede conducir señales eléctricas a través del cuerpo de un animal cuyas dimensiones son de centímetros o metros. El cambio transitorio en el potencial de membrana iniciado por el impulso se propaga sin pérdida de intensidad a lo largo de los finos axones. Por tanto, el elemento básico de señalización en el sistema nervioso es el impulso nervioso, y la información transmitida por un axón viene codificada por la frecuencia con la que se propagan los impulsos a lo largo de él.

Los neurofisiólogos han desarrollado métodos por los que es posible escuchar el tráfico de impulsos que tiene lugar en una sola neurona del sistema nervioso. Con este propósito se inserta un electrodo con una punta muy fina (con un diámetro menor de una diezmilésima de pulgada) en el tejido nervioso y se coloca muy cerca de la superficie de una neurona. Se coloca un electrodo neutro en un sitio lejano del cuerpo del animal. Los impulsos que aparecen en la neurona dan lugar a una diferencia de potencial transitoria entre el electrodo próximo y el neutro. Con aparatos electrónicos apropiados, esta diferencia de potencial transitoria puede verse en la pantalla de un osciloscopio u oírse en un altavoz.

El punto en el que dos neuronas entran en contacto funcional se llama *sinopsis.* Las señales del impulso que llegan al final del axón de la neurona presináptica se transfieren a la neurona post- sináptica que las recibe. La transferencia se consigue, no mediante la conducción eléctrica, sino por la

difusión de una molécula química, el transmisor, a través del fino espacio que separa el axón presináptico de la membrana de la célula postsináptica. Es decir, la llegada de cada impulso al final del axón presináptico origina la descarga en ese punto de una pequeña cantidad de transmisor, que llega a la membrana postsináptica e induce un cambio transitorio en su permeabilidad iónica. Dependiendo de la identidad del transmisor y de la naturaleza de su interacción con la membrana postsináptica, el cambio de permeabilidad puede tener uno de dos resultados diametralmente opuestos. Por una parte, puede aumentar la probabilidad de que ocurra un impulso en la célula postsináptica. En ese caso se dice que la sinapsis es excitadora. Por otra parte, puede reducir esa probabilidad, en cuyo caso se dice que es inhibidora. La mayoría de las neuronas de la parte internuncial reciben contactos sinápticos de muchas neuronas presinápticas diferentes, algunos de cuyos axones terminales producen señales excitadoras y otras inhibidoras. Por lo tanto, la frecuencia con la que surgen los impulsos en cualquier neurona postsináptica refleja un proceso aditivo, o más exactamente una integración temporal, del conjunto de las señales que llegan por sus sinapsis.

LA RUTA DE LA VISION

Ahora estamos preparados para proceder con nuestro ejemplo sobre los importantes avances en la comprensión del sistema nervioso internuncial, el análisis de la ruta de la visión en el cerebro de los mamíferos superiores. Es a lo largo de esta ruta donde la imagen visual formada en la retina por la luz que entra en el ojo se transforma en una percepción visual, con cuya base se dan órdenes apropiadas a los músculos. La ruta de la visión empieza en el mosaico formado por aproximadamente cien millones de células receptoras primarias de la luz en la retina. Estas células transforman la imagen luminosa en un patrón espaciado de señales eléctricas, de una forma parecida a lo que hace una cámara de televisión. Aún dentro de la retina, los axones de las células receptoras primarias de la luz forman sinapsis con neuronas que ya pertenecen a la parte internuncial del sistema nervioso. Después de una o dos transferencias sinápticas más, dentro de la retina, las señales que emanan de las células receptoras primarias acaban convergiendo en aproximadamente un millón de células ganglionares de la retina. Estas células ganglionares envían sus axones dentro del nervio

óptico, que conecta el ojo con el cerebro. Así pues, la señal visual abandona el ojo en forma de tráfico de impulsos por los axones de las células ganglionares.

En 1953, Stephen W. Kuffler, que entonces trabajaba en la Universidad Johns Hopkins, descubrió que lo que el transporte de impulsos de las células ganglionares lleva al cerebro, no son datos sensoriales en bruto, sino una abstracción de las señales visuales primarias. Este descubrimiento surgió de los esfuerzos de Kuffler para conocer el campo receptivo de las células ganglionares, es decir, el territorio del mosaico de las células receptoras de la retina cuya interacción con la luz incidente influye en la actividad de células ganglionares individuales. Para ello, Kuffler insertó un electrodo en la inmediata vecindad de una célula ganglionar de la retina de un gato. Nada más empezar su estudio, Kuffler obtuvo un hallazgo hasta cierto punto inesperado, esto es, que incluso en la oscuridad, las células ganglionares producen impulsos a intervalos prácticamente constantes (veinte a treinta veces por segundo) y que al iluminar toda la retina con luz difusa no se obtiene ningún efecto dramático sobre esa velocidad de formación de impulsos. Este hallazgo sugería paradójicamente que la luz no afectaba la actividad productora de impulsos de la retina. Kuffler proyectó entonces un punto de luz en el ojo del gato y movió la imagen de este punto sobre varias áreas de la retina. Al hacerlo, encontró que la actividad de los impulsos de una célula ganglionar individual cambia cuando el punto de luz ilumina un pequeño territorio circular que rodea la posición en la retina de la célula ganglionar. Ese territorio es el campo receptor de la célula.

Al hacer un mapa de los campos receptores de muchas células ganglionares individuales, Kuffler descubrió que cada campo puede subdividirse en dos regiones concéntricas: una región *on*, en la que la luz incidente aumenta la velocidad de impulsos de la célula ganglionar, y una región *off*, en la que la luz incidente disminuye la velocidad de impulsos. Además, Kuffler encontró que la estructura de los campos receptivos divide las células ganglionares de la retina en dos clases, células *on*-centrales, cuyo campo receptivo consiste en una región circular central *on* rodeada de una región circular *off*, y células *on*-centrales, cuyo campo receptor consiste en una región circular central *off* rodeada de una región circular *on*. Tanto en las células *on*-centrales como en las *off*-centrales la actividad de impulsos neta que surge de la iluminación parcial del campo receptivo es el resultado de una suma algebraica; dos puntos de luz sobre diferentes zonas de

la región *on* producen una respuesta más vigorosa que un sólo punto de luz, mientras que un solo punto de luz sobre la región *on* y otro sobre la región *off* dan lugar a una respuesta más débil que un solo punto de luz. La iluminación uniforme del campo receptor completo, una condición que se produce con la iluminación difusa de la retina, da lugar a ausencia de respuesta, porque se cancelan mutuamente las respuestas antagónicas de las respuestas *on* y *off*.

Podría concluirse, por tanto, que la función de las células ganglionares de la retina, no es el informar al cerebro sobre la intensidad de la luz registrada por las células receptoras primarias de un territorio particular de la retina, sino informar sobre el grado de contraste luz-oscuridad que existe entre las dos regiones concéntricas de su campo receptor. Como puede apreciarse fácilmente, dicha información sobre el contraste es esencial para el reconocimiento de las formas y figuras que hay en el campo visual del animal, que es para lo que sirven los ojos. Encontramos aquí el primer ejemplo en nuestra discusión de cómo hace una abstracción el sistema nervioso, mediante la destrucción selectiva de información. Los datos sobre la intensidad de luz obtenidas por las células receptoras primarias, son destruidos selectivamente en el proceso de suma algebraica de las respuestas *on* y *off*, y de esta forma son transformados en datos sobre el contraste entre luz y oscuridad que, perceptualmente, tienen mayor significado.

Cuando uno piensa en los circuitos neuronales responsables de este proceso de abstracción en la retina, la primera posibilidad que viene a la mente es que deben consistir en funciones antagónicas de transmisiones sinópticas excitadoras e inhibidoras sobre una misma neurona postsináptica. Así, uno podría suponer que para producir un campo receptivo *on*-central, los axones terminales de las células receptoras primarias del territorio central *on* tendrían sinapsis excitadoras y los de las células del territorio periférico *off* tendrían sinapsis inhibidoras sobre sus células ganglionares de la retina. Los análisis detallados sobre la anatomía y fisiología de las neuronas retínales llevados a cabo en estos últimos años, han mostrado que, por una parte, la situación real es mucho más complicada que este esquema tan simple, pero que, por otra parte, los circuitos neuronales realmente comprenden uniones sinópticas excitadoras e inhibidoras en el camino que conduce a las células ganglionares desde los receptores primarios de la luz de regiones antagónicas de los campos receptores.

Al final de los años cincuenta, David Hubel y Torsten Wiesel empezaron a extender estos estudios sobre la estructura y las características de los campos receptores visuales al siguiente estadio del procesado de la información. Para ello, examinaron el destino de los impulsos transportados por el millón, más o menos, de axones de las células ganglionares de la retina que contiene el nervio óptico que va desde el ojo al cerebro. Después de una estación cercana al cerebro, que para el propósito de esta discusión puede considerarse como una simple transmisión uno-a-uno del impulso, la señal de las células ganglionares de la retina llega a un área particular de la corteza cerebral, en la parte inferior trasera de la cabeza, designada *córtex visual.* Aquí, los axones hacen contactos sinápticos con las neuronas del córtex. Las primeras neuronas corticales contactadas por los axones que se proyectan desde el ojo, envían, a su vez, sus axones a otras células del córtex visual para que se siga procesando la información visual. Pero de aquí en adelante, el rastro conduce, finalmente, a aquellas áreas del cerebro en las que si la percepción sensorial sirve para producir un acto de comportamiento, se dirigen las órdenes pertinentes a los músculos.

Hubel y Wiesel observaron la actividad de impulsos de las neuronas del córtex visual como respuesta a varios estímulos luminosos proyectados en una pantalla frente a los ojos y encontraron que también estas neuronas corticales de la ruta de la visión responden solamente a estímulos que caen dentro de un territorio limitado de las células receptoras de luz de la retina. Pero el carácter de los campos receptores de las neuronas corticales resultó ser dramáticamente diferente del de las células ganglionares de la retina. En lugar de tener campos receptores circulares con regiones concéntricas *on* y *off,* las neuronas corticales respondían a líneas rectas de contraste luz-oscuridad, tales como rayas de luz en un fondo oscuro. Además, para producir su respuesta óptima, la línea recta debe tener una orientación particular en el campo receptivo. Así, una raya brillante proyectada verticalmente en la pantalla, que produzca una respuesta vigorosa en una célula cortical particular, no dará la respuesta en cuanto su proyección se incline ligeramente de la vertical. En sus primeros estudios, Hubel y Wiesel encontraron dos clases diferentes de células en el córtex visual: células simples y células complejas. La respuesta de células simples exige que el estímulo de la línea recta no sólo tenga una orientación sino también una posición precisa dentro del campo receptor. Sin embargo, el estímulo re-

querido por las células complejas es menos exigente, por cuanto su respuesta se mantiene con los desplazamientos paralelos (aunque no con los giros) de la raya brillante estimuladora dentro del campo receptor. Por lo tanto, el proceso de abstracción de la señal visual que empezó en la retina se lleva a mayores niveles en el córtex visual. Las células simples, que son, evidentemente, el siguiente estadio de abstracción, transforman los datos suministrados por las células ganglionares de la retina, relativos al contraste luz-oscuridad en puntos individuales del campo visual, en información relativa al contraste presente en grupos de puntos particulares colocados en línea recta. Esta transformación se lleva a cabo por la destrucción selectiva de la información que se refiere a la cantidad de contraste que existe en cada uno de los puntos del conjunto en línea recta. Las células complejas realizan el siguiente estadio de abstracción. Transforman los datos de contraste relativos a series de puntos del campo visual colocados en línea recta, en información relativa al contraste presente en series paralelas de series de puntos en línea recta. En otras palabras, hay aquí una destrucción selectiva de la información que se refiere a la cantidad de contraste que existe en cada miembro de la serie de líneas rectas paralelas.

Ahora, pueden explicarse los circuitos neuronales responsables de estos últimos estadios de abstracción de la señal visual. Consideremos en primer lugar la célula simple del córtex visual que responde a una raya brillante en un campo oscuro, proyectada en una orientación y posición particulares dentro del mosaico de células receptoras de la retina. Esta célula simple está conectada con la señal que viene de la retina de tal forma que recibe las sinapsis de los axones que llevan la actividad del impulso de una serie de células ganglionares de la retina *on*-centrales con sus campos receptores colocados en línea recta. De esta forma, una raya luminosa que incida sobre todas las regiones *on*, pero sobre ninguna de las periféricas *off* de la fila de campos receptores activará todas las células ganglionares de la retina y proporcionará una excitación máxima a la célula cortical simple. Sin embargo, si la proyección de la raya en la retina se desplaza o gira ligeramente incidirá también algo de luz sobre las regiones *off* periféricas y la excitación que proporcionará a la célula simple será menor.

Consideremos ahora las células corticales complejas que responden a una raya luminosa con una orientación particular en varias posiciones paralelas dentro del campo receptor. Esta respuesta puede explicarse fácil-

mente sobre la base de que las células complejas reciban sus señales sinápticas de los axones de una serie de células corticales simples. Todas las células simples de esta serie tendrían campos receptivos que darían una respuesta óptima a una raya luminosa proyectada en la misma orientación dentro del campo, pero difieren en que tienen una respuesta óptima en distintas posiciones dentro del campo. Una raya luminosa orientada convenientemente dentro del campo receptor activará siempre una de las células simples de la serie y, por lo tanto, también se activará la célula compleja.

En su trabajo posterior, Hubel y Wiesel fueron capaces de identificar células del córtex visual cuyos estímulos óptimos reflejan niveles de abstracción mayores incluso que líneas rectas paralelas, tales como finales de línea recta y ángulos. Pero no está tan claro aún si este proceso de abstracción por convergencia de canales de comunicación funciona hasta donde uno pueda imaginarse. En particular, ¿sería posible que para cada patrón que es capaz de reconocer un animal, exista al menos una célula particular en el córtex de los vertebrados que responda con una actividad de impulso cuando ese patrón aparezca en el campo visual? Volveremos a considerar esta pregunta en un capítulo posterior.

En cualquier caso, estos descubrimientos neurobiológicos sobre la ruta visual muestran que la información sobre el mundo llega a la mente, no en forma de datos brutos, sino en forma de estructuras altamente abstraídas que son el resultado de una serie preconsciente de transformaciones escalonadas de la señal sensorial. Cada paso de la transformación lleva consigo la destrucción selectiva de información según un programa que preexiste en el cerebro. Dentro de este programa nuestra percepción visual del mundo es filtrada a través de un estadio en el que la señal se procesa en términos de líneas rectas, debido a la forma en que los canales que llegan a los receptores primarios de luz de la retina están conectados con el cerebro. Este hecho tiene unas enormes consecuencias psicológicas; evidentemente, una geometría basada en líneas rectas, paralelas y, por extensión, en superficies planas, es compatible de forma inmediata con nuestro equipamiento mental. Esto no tenía por qué haber sido así ya que —por lo menos desde el punto de vista neurofisiológico— las células ganglionares de la retina podían conectarse con células superiores dentro del córtex visual de tal manera que sus campos receptores concéntricos *on* y *off* formasen arcos en lugar de líneas rectas. Si la evolución hubiera dado lugar a este otro tipo de circuito, nuestro concepto espacial primario habría sido la

superficie curva en lugar de plana. Por tanto, la Neurobiología ha mostrado lo que la especulación filosófica llevó a

Immanuel Kant a afirmar hace doscientos años:-la geometría euclídea, con sus líneas paralelas coplanares y sin intersección, es la Geometría «natural», por lo menos para el hombre. Las geometrías no euclídeas de superficies cóncavas o convexas, aunque nuestro cerebro es capaz de concebirlas, son más extrañas a nuestros procesos internos de percepción espacial. Aparentemente, se ha empezado a proporcionar una explicación científica de la relación entre la realidad y la mente. Pero, precisamente, cuánto progreso podemos esperar más allá de este principio es algo que consideraremos en un capítulo posterior.

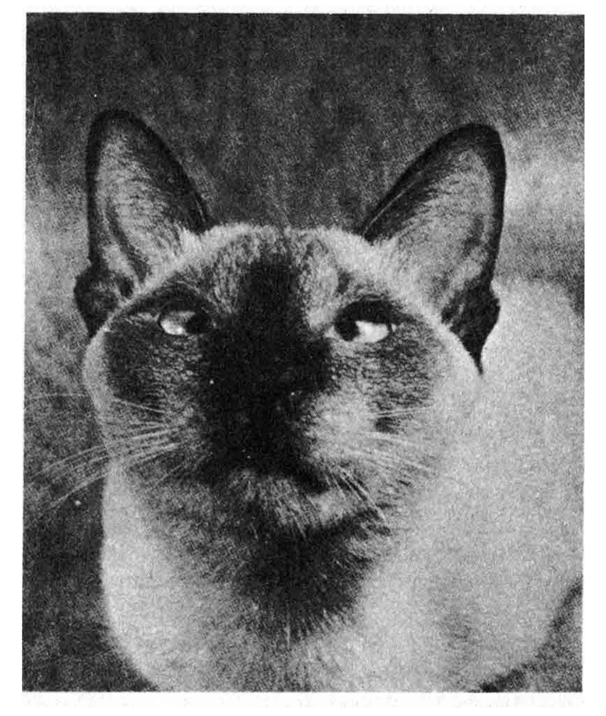
BIBLIOGRAFIA

KUFFLER, S. W., «Discharge Patterns and Functional Organization of the Mammalian Retina», *J. Neurophysiol.,* 16, 37-68 (1953).

KUFFLER, S. W. y J. C. NICHOLLS, *From Neuron to Brain,* Sinauer Assoc., Sunderland, Mass, 1976.

HUBEL, D. H., y T. N. WIESEL, «Receptive Fields, Binocular Interaction and Functional Architecture in the Cat's Visual Cortex», *J. Physiol.,* 160, 106- 154 (1962).

HUBEL, D. H., y T. N. WIESEL, «Receptive Fields and Functional Architecture in Two Nonstriate Visual Areas (18 and 19) of the Cat»,J. *Neurophysiol.,* 28, 229-289 (1965).



Gato siamés. La cascada de efectos fisiológicos, morfológicos, neurológicos y de comportamiento, engendrada por el carácter de sensibilidad a la temperatura del producto de uno de sus genes, demuestra la dificultad de descubrir el significado implícito en la información genética. (Fotografía de Walter Chandoha.)

9. LOS GENES Y EL EMBRION (1975)

Los estudios neurobiológicos señalados en el capítulo precedente han tratado de explicar los procesos mentales en términos de la estructura y función del sistema nervioso adulto. Pero también hay otro aspecto biológico del problema cuerpo-mente profundamente misterioso, que es la génesis del aparato cerebral durante el desarrollo de cada individuo desde el huevo fecundado al adulto, es decir, durante su ontogenia. ¿Cómo se forman, podríamos preguntarlo, los circuitos neuronales, los componentes celulares interconectados de forma precisa que constituyen el sistema nervioso, a los que pueden atribuirse los procesos mentales? El que esta pregunta espere aún ser contestada no es sorprendente, puesto que los mecanismos ontogenéticos por los que llega a formarse cualquier parte de un organismo multicelular permanecen aún sumidos en el misterio.

Hasta el final del siglo XVIII, la visión dominante de la naturaleza de la ontogenia fue la de la «preformación». Los preformacionistas opinaban que el huevo fecundado contenía ya una versión invisible y en miniatura del adulto, un homúnculo, y que la ontogenia consistía simplemente en el aumento de tamaño del homúnculo desde la dimensión microscópica a la macroscópica. De aquí, que esta visión condujera necesariamente a la creencia de que todas las generaciones futuras de la raza humana ya estaban preformadas, una dentro de otra, en Adán o en Eva, dependiendo de los papeles relativos asignados al hombre y a la mujer dentro de este sistema decreciente infinito de cajas chinas. Para escapar de esta conclusión absurda, Caspar F. Wolff lanzó la visión alternativa de la «Epigénesis». Wolff creía que el huevo fecundado, lejos <fe ser un homúnculo no contenía estructuras organizadas en absoluto, sino que estaba compuesto de un protoplasma indiferenciado. Según eso, el desarrollo epigenético por el cual el embrión surge *de novo* a partir del huevo representa un proceso que consiste no sólo en el crecimiento sino también en la morfogénesis y la diferenciación de la sustancia viva. Cuando, con la llegada de la teoría celular en el siglo XIX, llegó a comprenderse que el embrión es el producto de una serie de divisiones celulares sucesivas, empezando desde la célula única del huevo, se vio que la morfogénesis y la diferenciación reclamadas por la teoría de la epigénesis pertenecían, no a la sustancia viva como, un

todo, sino a las células individuales: aunque los billones de células que constituyen un organismo adulto son todas ellas descendientes de la misma célula ancestral, los varios miembros de esta colonia celular tienen diferentes propiedades y realizan muy diferentes funciones.

El primer esquema coherente de la diferenciación celular embrionaria fue propuesto por August Weismann en la década de 1880. Weismann propuso que la diferenciación de las células del cuerpo surge de un reparto desigual de la sustancia hereditaria en divisiones celulares sucesivas. Es decir, él supuso que la diferenciación celular es la consecuencia de la diferenciación del núcleo celular que surge de una pérdida selectiva de lo que llamamos ahora los genes parentales. Según Weismann el complemento génico total, o genoma, se preservaría intacto sólo durante las divisiones celulares de la línea germinal, de tal forma que las células germinales —óvulos y espermatozoides— que contiene el adulto sexualmente maduro pueden transmitir a la descendencia el genoma parental completo. El esquema de Weismann perdió vigor durante los primeros años de este siglo, aunque no se había aducido ninguna evidencia crítica que probara que una diferenciación genética encubierta del núcleo celular no fuera responsable de la abierta diferenciación celular. Por fin, en los años sesenta fue posible obtener una prueba experimental en contra de la teoría de Weismann cuando se desarrollaron técnicas que hicieron posible el trasplantar el núcleo de una célula diferenciada de un adulto a un huevo cuyo propio núcleo había sido previamente extraído. Gracias a esta técnica, J. B. Gurdon pudo mostrar que se puede desarrollar un renacuajo de un huevo de rana en el que el núcleo había sido trasplantado de una célula diferenciada del intestino de un renacuajo. Por tanto, el experimento de Gurdon eliminó al fin la teoría de la diferenciación celular, ya que mostró que el núcleo de una célula intestinal diferenciada lleva aún los genes necesarios para instruir al huevo de rana sobre cómo producir una rana. Así pues, se concluyó que la diferenciación celular no es la consecuencia de un cambio permanente en las características del genoma celular, sino que, en lugar de eso, debe derivarse de la expresión diferencial de la miríada de genes encerrados en ese genoma. En consecuencia, se empezó a creer que la explicación de la diferenciación celular debe hacerse en términos de la regulación de la función génica.

El descubrimiento de Gurdon hizo parecer que había llegado la hora de que los genetistas moleculares encontrasen la solución al *puzzle* del desarrollo embrionario. En particular, parecía plausible creer que la regulación de la función génica era efectuada por genes controladores especiales y que, por lo tanto, el concepto de información genética, que había probado ser de tan enorme utilidad en el crecimiento de la Genética molecular, podía ser también de gran ayuda para descubrir la génesis del embrión. Yo mismo era partidario de esta creencia general al final de los años sesenta, y creía que el carácter específico de las células diferenciadas parecía derivarse del encendido y apagado de varios genes por un mecanismo regulador no muy distinto del «operón» propuesto para las bacterias por Monod y su colega François Jacob. Aunque admitía la posibilidad de que los organismos superiores pudieran emplear otros circuitos reguladores además del operón, yo creía que por simple extensión del saber de la Genética molecular uno podría ya imaginarse cómo debían ser esos circuitos. Sin embargo, mi confianza en el enfoque de la embriología desde la Genética molecular no estaba justificado, ya que ha resultado que este enfoque ha producido muy poco avance en la década que ha transcurrido desde entonces. Aunque se ha acumulado en este tiempo una tremenda cantidad de datos al respecto, se han obtenido muy pocas teorías generales. Al buscar una explicación de esta inesperada falta de progreso para los genetistas moleculares, he llegado a darme cuenta de que puede atribuirse a una dificultad fundamental que surge al extender el concepto de información genética de un gen individual al complemento génico completo de un organismo o *genoma.*

Como dijo Erwin Schrödinger hace treinta años, en su sugerente libro *What is Life?*, el gen puede ser considerado como un transportador de información cuya estructura física se corresponde con una sucesión aperiódica de un pequeño número de elementos isoméricos de un código hereditario. Con el tiempo, durante el periodo dogmático de la Genética molecular, el gen fue identificado con un segmento de una molécula de ADN de hélice doble que reside en los cromosomas del núcleo celular. Los elementos isoméricos del código hereditario resultaron ser las cuatro bases nucleotídicas adenina, guanina, timina y citosina, que encierran la información genética en su secuencia lineal aperiódica a lo largo de la molécula de ADN. Y en lo que concierne al significado de la información contenida

en un gen individual, se puso de manifiesto, en un principio como un postulado dogmático *a priori* y más tarde establecido como un hecho empírico, que la secuencia lineal de las bases del ADN determina la secuencia lineal de aminoácidos de una molécula proteica particular. Las dos secuencias están relacionadas por medio de un código genético, en el que cada *tripleta* de bases determina una de las veinte clases de aminoácidos con los que están constituidas las moléculas de proteína. Sin embargo, el ADN de los cromosomas contiene también algunos segmentos con secuencias de bases que no determinan moléculas proteicas, y que, en sentido estricto, no constituyen genes. Algunos de esos segmentos sirven de moldes para el ensamblaje de los ácidos nucleicos que componen el aparato celular para la síntesis proteica, tales como las moléculas de ARN transferente y ribosómico, y otros segmentos sirven de sitios de control en los que se regula la expresión de los genes. Por tanto, puede decirse que en el presente existe un estado de conocimiento muy satisfactorio sobre la naturaleza del contenido informacional y sobre el significado de los elementos estructurales del material genético. Sin embargo, el estado actual del problema del significado general del genoma completo no es realmente tan satisfactorio.

¿Cuál es, de hecho, el significado general de la información contenida en el genoma? ¿Qué representa? Una respuesta bastante común a esta pregunta es que las moléculas de ADN del genoma contienen, obviamente, una representación unidimensional del organismo completo. Por ejemplo, el astrónomo Carl Sagan sugirió, en una conferencia sobre comunicación con inteligencias extraterrestres, que el transmitir vía señales de radio la secuencia de bases completa del ADN del genoma del gato a una distante civilización extraterrestre sería equivalente a enviar a esos extraterrestres el gato completo. La sugerencia de Sagan, aunque hecha parcialmente en broma, nos permite darnos cuenta de que la respuesta correcta a la pregunta sobre el significado del genoma no.es tan obvia. Al contrario, lo que es obvio es que la inteligencia extraterrestre, incluso si poseyera la tabla del código genético terrestre, no sería capaz de reconstruir el gato a partir de la secuencia de bases de su ADN. Para hacer esta reconstrucción los extraterrestres tendrían que conocer mucho más sobre la vida terrestre que las relaciones formales entre las secuencias de bases del ADN y las secuencias de aminoácidos de las proteínas. Lo que tendría que conocer, por encima de todo, es que el gato, o el *fenoma* felino, surge por un proceso epigenético a partir de un huevo fertilizado que contiene las secuencias de

nucleótidos del ADN felino. Además, los extraterrestres tendrían que comprender la naturaleza de la relación epigenética entre fenoma y genoma, una comprensión que desgraciadamente aún no tenemos.

¿Por qué, entonces, nos falta aún esta comprensión? ¿Por qué resultó tan difícil extender al profundo problema del desarrollo embrionario los grandes descubrimientos sobre la naturaleza de la estructura y la función del gen proporcionados por la Genética molecular? Como dijo C. H. Waddington mucho antes de que las teorías informacionales de la Genética molecular hubieran recibido su validación experimental, la información genética no representa a un organismo, sino meramente a algunos componentes de un *paisaje epigenético*. Lo que Waddington quiere indicar con este término poético es una parcela de relaciones funcionales multivariantes en un espacio multidimensional. En este espacio, el tiempo de desarrollo es la variable independiente y las propiedades que describen tanto el organismo como a su ambiente son las variables dependientes. Las relaciones funcionales con las que este paisaje se construye son los procesos químicos y físicos que relacionan los cambios de esas propiedades con el flujo de tiempo ontogenético. La topografía de este paisaje, por tanto, representa los caminos del desarrollo por los que se mueve el embrión desde el huevo fertilizado hasta el adulto. La razón principal de Waddington para usar la metáfora del paisaje fue el señalar que en este espacio los caminos del desarrollo están destinados a formar un sistema de valles interconectados que descienden «corriente abajo» desde la cima del huevo en la dirección del tiempo ontogenético hacia el «nivel del mar» del organismo adulto. Esta característica aseguraría que los caminos fuesen relativamente resistentes a perturbaciones de las relaciones funcionales y a las fluctuaciones en las variables dependientes, y por tanto, garantizaría una relación razonablemente invariable entre el genoma y el fenoma. El papel de los genes en la formación de este paisaje se deriva de su control sobre procesos químicos críticos en la secuencia del desarrollo, o (tal como sabemos ahora) de su gobierno sobre la producción de moléculas proteicas capaces de catalizar reacciones químicas específicas.

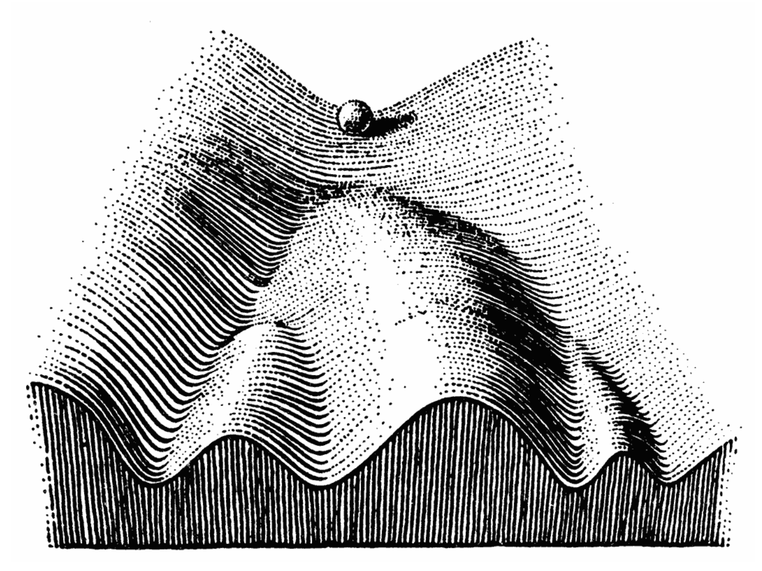
La idea del paisaje epigenético, ciertamente nos acerca a una comprensión de la relación entre la información genética y el organismo al cual da lugar. Y puede decirse que el descubrimiento de las relaciones funcionales de ese paisaje, o como lo ha llamado Franqois Jacob, «los algoritmos del

mundo viviente», debería ser una de las metas principales, si no la principal, de la Embriología contemporánea. Pero en mi opinión, hasta ahora al menos, esta meta no ha recibido la suficiente atención, debido a las dificultades semánticas inherentes a la noción de «significado», cuando se aplica a la información genética.

Irónicamente, el problema del significado no es menos problemático en el campo de la comunicación humana, en el que el concepto científico de información se desarrolló antes que en el campo de la Genética, a la que fueron extendidas las nociones semánticas por los genetistas moleculares. Como la cuestión de cómo surge el significado del lenguaje, o incluso qué es lo que decimos sobre una palabra cuando decimos lo que significa, espera aún una respuesta, no es sorprendente que también encontremos dificultades conceptuales con el uso metafórico de la terminología semántica en Biología genética. Ocurre, sin embargo, que algunas de las contribuciones filosóficas al problema del significado lingüístico pueden servirnos también en el problemático asunto del significado de la información genética.

Una de las contribuciones filosóficas a la semántica que puede ayudarnos a comprender cómo surge el significado de la información genética es el conocimiento de que el significado de las estructura semánticas puede depender del *contexto* en que se producen. Por ejemplo, la Lingüística llama la atención sobre el hecho de que aunque el significado *literal* de la frase: «Quiero que cierres la puerta» es una declaración del estado de la mente del que habla, en el contexto del trato social educado el significado que se intenta dar a esa sentencia es, de hecho, el de una orden. Una distinción entre dos clases distintas de significado dependiente del contexto, que creo puede ser útil para nuestro propósito, es la que existe entre el significado *implícito* y *explícito*. El significado explícito es el que tiene una estructura semántica en virtud de la relación sintáctica de sus elementos. Así, el significado explícito puede extraerse de la estructura al someterla a un análisis lingüístico. El significado implícito, por el contrario, no está contenido realmente en la propia estructura y surge de forma secundaria del significado explícito en virtud del contexto. Por ejemplo, el significado explícito de la frase «John Smith está viajando a Nueva York» es que un individuo particular está de camino hacia una localidad geográfica particular. Sin embargo, dependiendo del contexto en el que se produzca

la sentencia, puede tener también una gran variedad de significados implícitos. Por ejemplo, si se produce en el aeropuerto de San Francisco, podría implicar que el Sr. Smith está a punto de embarcar en un vuelo particular, que su maleta debe meterse en un camión determinado, que no puede ponerse al teléfono en las próximas seis horas, etc. La misma sentencia con el mismo significado explícito podría producir una serie diferente de significados implícitos si se hubiera producido en una gasolinera de una autopista de Colorado.



El «Paisaje epigenético», de Waddington. En esta figura el tiempo de desarrollo corre hacia el observador, y el potencial de desarrollo está representado por la dirección descendente. La bola indica el embrión, que puede caer rodando hacia el nivel del organismo adulto por una de las diferentes rutas alternativas. (De C. H. WADDINGTON, *The Strategy of the Genes*, George Alien & Unwin Ltd., Londres, 1957.)

Verdaderamente, es difícil trazar una línea clara de demarcación entre los significados explícito e implícito, ya que la extracción del propio significado explícito raramente está libre del contexto. Por ejemplo, en el caso citado anteriormente, la ambigüedad intrínseca en el significado explícito de si «Nueva York» se refiere al estado o a la ciudad se resuelve en el

contexto del aeropuerto de San Francisco en donde el término puede asumirse con seguridad que se refiere a la ciudad. Por tanto, la distinción entre los significados explícito e implícito es relativa en lugar de absoluta; un significado será menos explícito y más implícito cuanto mayor sea su dependencia del contexto. Además, debido a su elevado grado de dependencia con el contexto, el significado implícito no está limitado, por cuanto que se aleja cada vez más del significado explícito a medida que se ensancha el contexto.

Cuando aplicamos esta distinción a la relación semántica entre genoma y fenoma se hace evidente que el significado explícito de la información genética consiste en las secuencias de aminoácidos de las proteínas codificadas en los genes, y en las secuencias de nucleótidos de las moléculas de ARN transferente y ribosómico codificadas en otros sectores no-génicos del ADN. El significado explícito incluiría también las propiedades fisicoquímicas de los segmentos controladores no génicos del ADN, tales como los operadores, que realizan funciones reguladoras. Estos significados son explícitos en el sentido de que pueden extraerse de un análisis de la propia secuencia de bases nucleotídicas del ADN, dado que uno sabe que la secuencia de bases del ADN se transcribe en una secuencia complementaria de bases de ARN, y que uno tiene acceso a la tabla del código genético. Pero esos significados explícitos forman solamente el esqueleto básico de las relaciones funcionales que originan el paisaje epigenético. La parte principal de esas relaciones está implícita en la información genética.

Como ejemplo de significado implícito podemos considerar la conformación tridimensional de las moléculas de proteína. Aunque en cierto sentido es verdad que la conformación espacial de una molécula proteica está «determinada genéticamente», esta «determinación» se deriva de la especificación codificada en el ADN de la secuencia unidimensional de aminoácidos de la molécula. Una vez ensamblada a partir de los aminoácidos que la constituyen, la molécula de proteína se pliega automáticamente para adoptar su estructura funcional tridimensional. Los principios físico-químicos que gobiernan este plegamiento son parcialmente conocidos, aunque aún no es posible (pero pronto lo será) predecir la estructura tridimensional que adoptará una proteína a partir de su secuencia específica de aminoácidos. Pero es importante notar que estas reglas de plegamiento no están representadas en ninguna parte dentro de las secuencias de bases del

ADN, siendo parte del contexto más que de las estructuras genéticas informacionales. La función enzimática de la molécula proteica, que puede decirse también que está «determinada genéticamente», es un significado más puramente implícito de la información genética que la conformación espacial. Una vez que la molécula proteica haya sido ensamblada específicamente a partir de los aminoácidos que la constituyen y haya adoptado su estructura tridimensional específica, ciertas partes de esa estructura resulta que poseen el poder de catalizar algunas reacciones químicas particulares. Los principios estereoquímicos que gobiernan esta catálisis son también parcialmente conocidos, aunque (por lo menos, hasta donde yo sé) no es posible aún predecir, basándose en la estructura tridimensional conocida de una molécula proteica, la clase de reacción que esa molécula puede catalizar. No hace falta decir que los principios de la catálisis química tampoco están representados en la secuencia de bases del ADN; entran dentro del significado de la información genética en un nivel de segundo orden de una jerarquía contextual, en cuyo nivel de primer orden se encuentra el proceso de plegamiento proteico.

Este proceso de identificar significados implícitos de la información genética puede continuarse casi indefinidamente en niveles cada vez más altos de la jerarquía contextual. Por ejemplo la función fisiológica de una sustancia química, cuya formación está catalizada por una molécula proteica particular, puede decirse que está «determinada genéticamente», del mismo modo que la característica del comportamiento a la que da lugar esa función fisiológica. El horizonte prácticamente ilimitado de significados implícitos de la información genética, muestra que, tal como se sabe desde hace tiempo, la noción de «naturaleza congénita», o determinación genética de los caracteres incluye tantas cosas que casi carece de significado. Después de todo, no hay aspecto del fenoma del que pueda decirse que los genes no han contribuido en su determinación. De esto se deduce que el concepto de información genética, que en los principios de la Biología molecular tuvo un valor heurístico tan grande para desentrañar la estructura y la función de los genes, es decir, el significado explícito de esa información, ya no es tan útil en este periodo tardío en el que las relaciones epigenéticas que necesitan aún explicación representan principalmente el significado implícito de esa información.

Para demostrar el interés que tienen estas discusiones semánticas abstractas en la Biología actual, podemos considerar un área de investigación particularmente activa en la actualidad, que consiste en el estudio del desarrollo del sistema nervioso de los metazoos. El sistema nervioso es un objeto de investigaciones especialmente interesante porque, tal como han mostrado los estudios neuroanatómicos y neurofisiológicos, el comportamiento de un organismo puede atribuirse a la forma precisa en que se interconectan los componentes celulares de ese sistema. Por lo tanto, en este caso se puede proporcionar una definición clara de un fenoma en términos del diagrama de un circuito de elementos celulares especificados. Aunque no podemos estar seguros aún de que sea posible dar una explicación del paisaje epigenético que produce el circuito neural, podemos confiar razonablemente en que la explicación, si es que se encuentra, no será trivial.

El problema general del desarrollo del sistema nervioso ha sido formulado por Seymour Benzer, uno de los genetistas moleculares veteranos que, con la llegada del periodo académico, dirigió su atención hacia el sistema nervioso, en los siguientes términos:

> Cuando el organismo individual se desarrolla a partir de un huevo fertilizado, la información unidimensional contenida en la secuencia lineal de los genes en los cromosomas controla la formación de una capa celular bidimensional que se pliega para dar lugar a una colocación tridimensional precisa de los órganos de los sentidos, sistema nervioso central y músculos. Estos elementos interactúan para producir el comportamiento del individuo, un fenómeno cuya explicación requiere por lo menos cuatro dimensiones. Seguramente los genes, que en tan gran medida determinan las características anatómicas y bioquímicas, deben interactuar con el ambiente para determinar el comportamiento. Pero ¿cómo?

Una posible contestación a la pregunta de cómo determinan el comportamiento los genes es que ellos, de hecho, contienen la información para el diagrama del circuito del sistema nervioso. Sin embargo, se ha argumentado que el circuito del sistema nervioso no puede, de hecho, estar determinado genéticamente, porque la cantidad total de información genética no basta para especificar las conexiones neuronales que tienen que producirse. Según este argumento, la secuencia lineal de 10^{10} bases en el ADN que aproximadamente contiene el genoma de un animal vertebrado superior, contiene un límite máximo de 2×10^{10} bits de información (ya que

cada base, al ser una de cuatro tipos posibles contiene 2 bits). Por otra parte, si cada una de las 10^{10} células, aproximadamente, que contiene el sistema nervioso de ese animal estuviera conectada solamente con otras dos células, requeriría del orden $10^{10} \log_2 10^{10}$, o 3×10^{11} bits para especificar esta red. Por tanto, incluso bajo la visión más absurdamente simplificada de la complejidad del sistema nervioso, el contenido total de información del material genético incluso si no tuviese otro papel más que la determinación del sistema nervioso, sería demasiado bajo (un orden de magnitud menor) para permitirle la especificación de las conexiones entre células nerviosas.

Aunque este argumento antigenético tiene poco mérito, es útil considerarlo porque ejemplifica dos errores no poco comunes en la forma de pensar que deben corregirse antes de que pueda considerarse provechosamente la relación del genoma con el fenoma del desarrollo del sistema nervioso. El primero de esos errores se deriva de una aplicación espuria de la teoría de la información a los problemas biológicos. Es decir, se deriva de la negativa a reconocer que el concepto cuantitativo de información se aplica sólo a procesos en los que las probabilidades de realización de sucesos alternativos se conocen o están claramente definidos. Para ilustrar este punto, podemos considerar un ejemplo biológico que contiene algunas analogías formales con el problema del circuito del sistema nervioso pero que actualmente está mucho mejor comprendido, esto es, la determinación de la estructura de las moléculas de proteína. Una molécula proteica normal contiene alrededor de trescientos aminoácidos, o alrededor de cuatro mil átomos unidos unos a otros mediante enlaces químicos específicos, estando conectado cada átomo, por término medio, a otros dos átomos. Podemos preguntar ahora cuántos bits de información se necesitan para especificar la estructura química de esa molécula de proteína. Si procediéramos con los mismos cálculos que acabamos de aplicar al sistema nervioso nos daríamos cuenta de que son necesarios aproximadamente 4×10^3 log2 $(4\times10^3) \simeq 5\times10^4$ bits. Pero aquí encontramos una aparente paradoja, porque el gen que codifica la estructura química de una molécula proteica de trescientos aminoácidos consiste solamente en una secuencia de novecientos nucleótidos, y por lo tanto contiene un máximo de $2 \times 900 = 1.800$ bits de información. Por tanto, el contenido en información del gen sería un orden de magnitud menor del que haría falta para codificar la estructura química que se sabe que determina. Los descubrimientos de la Genética

molecular alcanzados durante el periodo dogmático resuelven rápidamente esta aparente paradoja: la molécula proteica no se construye soldando cuatro mil átomos determinados entre los que cualquiera de ellos puede conectarse potencialmente al resto. En lugar de eso, el ensamblaje proteico procede mediante la unión, según una secuencia específica, de trescientos aminoácidos (cada uno de los cuales conteniendo por término medio una docena de átomos) seleccionados de un *pool* de veinte clases diferentes de aminoácidos. Por tanto, para especificar este proceso de ensamblaje sólo hacen falta $300 \times \log_2 20 = 1.300$ bits de información lo cual es menos que el contenido máximo de información del gen correspondiente. Este ejemplo muestra que, por lo tanto, hasta que se reconozca el proceso por el cual se organiza el sistema nervioso, o hasta que se desarrollen creíbles algoritmos detallados, es imposible formar siquiera una burda estimación de la cantidad de información genética que se necesitaría para especificar la red neuronal. Por consiguiente, la posibilidad de que la estructura del sistema nervioso esté determinada genéticamente no puede ser eliminada basándose solamente en el criterio teórico de la información. En cualquier caso, es obvio que el desarrollo nervioso ontogenético no es formalmente equivalente a ensamblar una serie de 10^{10} células nerviosas, todas ellas potencialmente interconectables., uniéndolas según un esquema proporcionado por el fabricante. Este es el segundo error que contiene el argumento antigenético espurio.

Sin embargo, al considerar de nuevo la cuestión de cómo determinan los genes el comportamiento llegamos a la conclusión de que —por razones distintas de las teóricas sobre la información— la red neuronal no puede ser preprogramada de forma precisa por la información genética, debido a lo que Waddington ha llamado el «ruido del desarrollo». Por una parte, los componentes de la red deben conectarse con un alto grado de precisión con objeto de que el sistema completo pueda funcionar con el grado necesario de exactitud y confianza. Pero, por otra parte, existe obviamente una probabilidad intrínseca de error e incertidumbre en la realización epigenética no sólo de estas células componentes y sus conexiones, sino también en otras partes del cuerpo no nerviosas con las que el sistema nervioso debe interactuar. Por tanto, para realizar la precisión requerida, el desarrollo del sistema nervioso solamente puede ser gobernado por un programa muy vago, con el que surja una superproducción de células y

conexiones, de entre las cuales se seleccione una serie apropiada tras variados procedimientos de ensayo.

Como un ejemplo de este principio podemos considerar el desarrollo de la ruta visual del gato, cuya secuencia de nucleótidos del ADN propuso Cari Sagan que fuera enviada por radio a la civilización extraterrestre. En la discusión del capítulo precedente sobre el proceso de abstracción de datos llevado a cabo en esta ruta visual, no se mencionó el aspecto binocular de la visión. Pero ahora tomaremos en cuenta que el sistema óptico del gato (como el de los humanos) permite que los dos ojos vean el mismo campo visual. Con objeto de conseguir que la señal visual binocular de una misma escena se fusione en una única percepción visual, cada célula «simple» o «compleja» del córtex visual del cerebro del gato recibe señales eléctricas que se originan en series emparejadas de unos miles de receptores primarios de la luz en las retinas de ambos ojos. Estas series están emparejadas en el sentido de que reciben luz de exactamente los mismos puntos del espacio visual.

¿Cómo surgen estas conexiones re ti no-corticales durante el desarrollo embrionario del gato? Podríamos pensar que hay algún proceso genéticamente determinado, hasta ahora desconocido, que dirige la formación de las terminaciones de las células nerviosas y funciona de tal manera que las células receptoras de la luz de áreas correspondientes de las retinas derecha e izquierda se conectan a la misma célula nerviosa cortical. Pero ahora tenemos que tener en cuenta que para la visión binocular la correspondencia de las áreas retínales depende, no sólo de la topografía de la retina, sino también de la física óptica del ojo. Es decir, el que los pares de receptores retínales de la luz en el ojo derecho y en el izquierdo vean el mismo punto del espacio visual está gobernado por la estructura y posición exactas de las lentes derecha e izquierda. Aunque la realización epigenética de las ópticas físicas pueda ocurrir también mediante procesos determinados genéticamente, es de todo punto inconcebible que la formación independiente de las retinas y las lentes pueda estar preprogramada genéticamente para que ocurra con un grado de precisión tal que la imagen de un punto dado dentro del campo visual caiga exactamente en el par de células receptoras de la luz que los genes han hecho que estén conectadas a la misma célula cortical.

Tal como han revelado los estudios neurológicos del desarrollo de las conexiones retino-corticales del gato, este asombroso problema de desarrollo se soluciona produciendo un *exceso de conexiones* (posiblemente determinado genéticamente) entre los receptores de luz y las células nerviosas corticales. Es decir, al nacer, antes de la experiencia visual, cada célula cortical está conectada a células receptoras de la luz pertenecientes a un área de la retina mucho mayor de lo que es realmente compatible con la visión binocular. Este impreciso sistema visual congénito se refina con las primeras experiencias visuales postnatales del gatito, mediante un proceso neurofisiológico que identifica las áreas retínales correspondientes de los dos ojos que reciben la luz del mismo punto del espacio visual, dada la óptica física real que tiene el pequeño animal. Gracias a esta identificación, el sistema nervioso en desarrollo selecciona de entre el exceso de conexiones retino-corticales existentes precisamente aquellas que proporcionan una señal visual coherente a cada célula cortical binocular.

Aunque parece entonces que los genes no pueden preprogramar de forma precisa las conexiones del sistema nervioso, no obstante es obvio que deben desempeñar un papel considerable en la génesis de su estructura. Y, por tanto, los genes deben tener también una contribución importante en la determinación del comportamiento animal. El reconocimiento de este hecho ha dado lugar a una especialidad neurobiológica que trata de descubrir precisamente cómo realizan los genes su función epigenética determinativa, y que es una rama de la disciplina conocida como «Genética del desarrollo».

El enfoque principal utilizado hasta ahora en el esfuerzo para establecer el papel que desempeñan los genes en la determinación de las conexiones entre células nerviosas es el aislar mutaciones génicas que afecten el comportamiento de un animal y estudiar los cambios en la estructura del sistema nervioso que serán los responsables de la alteración del comportamiento. Este enfoque está basado evidentemente en la creencia de que el procedimiento de aislar mutantes y analizar las anormalidades que contienen, que dio tan buen resultado para la Genética molecular en la comprensión del significado explícito de la información genética, también será útil en el descubrimiento de su significado implícito. Esta creencia es indudablemente correcta ya que lo que Waddington llamó «remodelamiento del

paisaje epi- genético» por una mutación génica y los cambios que la acompañan puede ayudar a identificar las relaciones funcionales que producen el camino del desarrollo normal. Pero debe tenerse presente que aunque un gen mutado puede ayudar a identificar una función epigenética particular, la conexión entre esa función y el gen mutante puede ser muy indirecta, e implicar a muchos otros miembros de la red funcional. En vista de su lejanía de la acción primaria de los genes, es improbable que la gran mayoría de los algoritmos epigenéticos puedan referirse a cualquier gen concreto.

Con objeto de apreciar la clase de descubrimientos dentro del desarrollo del sistema nervioso que es probable que proporcione este enfoque genético consideraremos ahora, como caso paradigmático, el gato siamés, que lleva una mutación que afecta su comportamiento y que produce cambios anatómicos y fisiológicos identificables en el sistema nervioso.

La ruta visual del gato está estructurada de tal forma que la corteza cerebral del lado derecho del animal recibe la señal visual sólo de la mitad izquierda del espacio visual y la corteza cerebral izquierda sólo de la mitad derecha del espacio visual. Para producir este intercambio izquierda-derecha de la señal visual, las fibras del nervio óptico que llevan la señal de las células receptoras de la luz colocadas en la mitad *nasal* de la retina (es decir, la mitad próxima a la nariz que recibe luz del mismo lado del espacio visual en el que se encuentra el ojo) cruzan a la corteza cerebral del otro lado del cuerpo, mientras que las fibras que llevan la señal de los receptores de la luz colocados en la mitad *temporal* de la retina (es decir la mitad más próxima a las sienes y que recibe luz del lado opuesto del espacio visual) no cruzan, y conectan con la corteza del mismo lado del cuerpo. En los gatos normales, es decir, en el gato doméstico ordinario, la línea de demarcación del intercambio de las fibras del nervio óptico está exactamente a medio camino entre los bordes nasal y temporal de la retina. Sin embargo, tal como fue descubierto por R. W. Guillery, en los gatos siameses la línea normal de demarcación está desplazada de la línea media hacia el borde temporal de la retina. Como resultado de este desplazamiento, algunas fibras del nervio óptico alcanzan la corteza cerebral en el lado «erróneo» del cerebro.

Está fuera del propósito de esta discusión el considerar en detalle los cambios enormemente interesantes que origina esta proyección cerebral errónea de las fibras del nervio óptico en el sistema nervioso y el comportamiento del gato siamés. Basta decir que en respuesta a la señal visual

aberrante tanto la corteza cerebral como el comportamiento de estos animales está reorganizado específica y funcionalmente de una forma tal que se adapta para minimizar el efecto pernicioso de esta malformación del desarrollo determinada genéticamente. Además, la naturaleza de esta reorganización cerebral apoya consistentemente nuestra conclusión previa de que a lo largo del desarrollo del sistema nervioso las conexiones finales dependen en parte de un proceso selectivo basado en el ensayo funcional de unos circuitos imprecisos. Sin embargo, lo que quiero considerar aquí es la forma en que la mutación de un gen que contiene el gato nos ayuda a conocer el componente genético del comportamiento.

Aunque el contenido informacional del genoma del gato siamés ciertamente difiere del que tiene el gato ordinario en más de un gen, Guillery ha sido capaz de identificar el gen mutante cuyo cambio es responsable del intercambio aberrante de las fibras del nervio óptico. Es el gen «tirosinasa» en el que está escrita la secuencia de aminoácidos de una proteína que cataliza una reacción dentro de la biosíntesis del pigmento oscuro melanina. En el gato siamés este gen lleva una mutación que hace que la proteína mutante sea incapaz de llevar a cabo su función catalítica a 37°C y, por tanto, no se forma el pigmento oscuro a la temperatura del cuerpo. Es esta mutación la responsable del color característico de la capa del gato siamés, es decir, el cuerpo débilmente pigmentado con manchas de pelo negro en las puntas de las orejas, las patas y el hocico.

Pero, ¿cuál es la posible conexión entre la formación de melanina y la dirección de las prolongaciones de las fibras del nervio óptico desde la retina hacia la corteza cerebral derecha o izquierda? Y ¿por qué la ausencia de pigmento produce un intercambio aberrante, particularmente en vista del hecho de que las células de la retina que originan las fibras del nervio óptico no contienen cantidades significativas de melanina en ningún caso? Las respuestas a estas preguntas son aún desconocidas, pero no es difícil inventar una serie de algoritmos epigenéticos hipotéticos que proporcionarían una plausible explicación formal. Para ello, supongamos que las células nerviosas embrionarias de la retina tengan alguna propiedad cuyo valor Y aumente uniformemente a lo largo de la retina desde el borde temporal al nasal. Supongamos además, que todas aquellas células en las que $X > X_0$ envíen sus fibras del nervio óptico al lado opuesto del cerebro, mientras que el resto de las células envían sus fibras al mismo lado. El

sistema de desarrollo normal (es decir, la región de la retina del paisaje epigenético) está equilibrado de forma que $X = X_0$ en la línea media de la retina. Ahora, aunque las células nerviosas de la retina no contengan melanina, son, de hecho, las descendientes directas en el desarrollo de la capa de células que contienen melanina y que forman el epitelio pigmentado que se sitúa detrás de la retina y la protege de la luz excesiva. Para completar nuestro ejemplo de algoritmos sólo necesitamos considerar que si las células epiteliales precursoras no están pigmentadas, tal como ocurre en el embrión del gato siamés, el patrón de desarrollo normal de la formación de las células nerviosas retinales que descienden de ellas se modifica ligeramente. Y como consecuencia de este ligero remodelado del paisaje epigenético, el gradiente temporal-nasal en la retina de la propiedad postulada también se ve perturbado ligeramente de tal forma que X alcanza el valor X_Q hacia el lado temporal de la línea media de la retina. Por lo tanto, la ausencia de pigmento en las células epiteliales precursoras podría ser la causa de que las fibras del nervio óptico que transmiten señales de los receptores de luz colocados en la mitad temporal de la retina para los que $X > X_D$ produzcan prolongaciones «incorrectas» hacia la corteza cerebral del lado opuesto del cerebro.

Estamos ahora en condiciones de comprender el sentido en el que interviene el gen «tirosinasa» del genoma felino en la «determinación» de la ruta visual y el comportamiento: dirige la síntesis de una molécula proteica particular a partir de los aminoácidos que la constituyen, en las células precursoras de las fibras del nervio óptico. La presencia del pigmento cuya síntesis cataliza esta proteína es una condición necesaria para el desarrollo «normal» de la ruta, por cuanto la ausencia de pigmento de las células precursoras desencadena una cascada de aberraciones específicas que, finalmente, conducen a una profunda reorganización de una parte del cerebro del animal. La ruta visual del gato siamés, es, por lo tanto, un caso ideal para el enfoque genético: una mutación en un solo gen conocido que determina la secuencia de aminoácidos de una proteína conocida que cataliza una reacción química conocida cuyo producto final tiene una función fisiológica conocida, produce un drástico y específico cambio estructural, conocido, en el sistema nervioso. Pero, ¡ay!, nos dice poco sobre el componente genético *explícito* del comportamiento que no supiéramos de antemano. El tremendo interés del gato siamés se debe a la ayuda que puede

proporcionarnos en el intento de descubrir los algoritmos epigenéticos que gobiernan la realización contextual del significado *implícito* de la información genética. Por ejemplo, la probable conexión entre la ausencia de pigmento en el epitelio de la retina y la dirección equivocada de las fibras del nervio óptico, sugieren algunas hipótesis comprobables sobre las reglas que determinan si una fibra del nervio óptico crece hacia el mismo lado del cerebro que su retina de origen o hacia el lado opuesto. El conocimiento de esas reglas hipotéticas podrá contener términos tales como enzimas, gradientes, velocidades de crecimiento, concentraciones umbral, adherencia preferencial y frecuencias del impulso nervioso, pero la palabra «gen» es probable que no se mencione con frecuencia.

Es posible, por supuesto, que el enfoque genético pueda conducir al descubrimiento de secuencias de nucleótidos en el ADN cuyo significado explícito, de hecho, tenga que ver directamente con la determinación de la estructura del sistema nervioso. Si ésos aparecen, la información que podrían proporcionar sería indudablemente de gran ayuda en nuestro intento de descubrir los algoritmos del desarrollo. Pero, asimismo, parece más probable que la gran mayoría de mutantes aislados de comportamiento anormal manifiesten cambios en su sistema nervioso debido a que la mutación ha ocurrido en un gen cuyo significado en las relaciones funcionales que forman el paisaje epigenético esté implícito en lugar de explícito.

A la luz de estas consideraciones podemos tratar de apreciar la naturaleza de la contribución que puede hacer el enfoque genético en la comprensión del sistema nervioso. No hay duda de que el enfoque genético tiene una gran significación práctica y técnica. Primero, dentro del contexto de la Psicología humana y de la Medicina, es de la mayor importancia el comprender el componente hereditario del comportamiento normal o del patológico. Por ejemplo, si pudiera demostrarse que la esquizofrenia viene «determinada» por un gen mutante particular, el valor de este conocimiento no se vería disminuido de ningún modo por el hecho de que el significado biológico explícito de este gen estuviera separado por una amplia jerarquía contextual de su significado epigenético implícito dentro del comportamiento. Segundo, dentro del contexto de la Neurofisiología, el método de «disección genética» del comportamiento es probable que sea de gran ayuda para el análisis funcional de redes celulares nerviosas conocidas. Por ejemplo, un comportamiento anormal y una estructura del sis-

tema nervioso anormal concomitante de un genotipo mutante, puede obviamente, proporcionar descubrimientos sobre cómo se genera el comportamiento normal en circuitos normales. Tercero, dentro del contexto de la Biología del desarrollo, el remodelado del paisaje epigenético a que dan lugar los genes mutantes puede ayudarnos, como vimos en el caso del gato siamés, a reconocer las relaciones funcionales que crean los caminos normales que conducen al punto final del animal adulto. Pero en lo que concierne al descubrimiento de cómo interactúan los genes con el ambiente para determinar el comportamiento, podemos ver que, gracias a las realizaciones de la Biología molecular del pasado, ese descubrimiento ya ha sido hecho: los genes determinan el comportamiento del mismo modo que determinan cualquier otro aspecto del fenoma, dirigiendo la síntesis de proteínas específicas.

Así pues, el gran problema biológico en espera de solución, no es el cómo los genes determinan el comportamiento, sino el encontrar los algoritmos del mundo vivo que producen el sistema nervioso. El horizonte de esta disciplina, que podría llamarse «Epigenética neurológica» se extiende más allá de los genes, y comprende el contexto en el cual el significado explícito de la información genética da lugar al significado implícito que es el organismo.

BIBLIOGRAFIA

BENZER, SEYMOUR, «From Gene to Behavior», *J. American Medical Association*, 218, 1015-1022(1971).

BENZER, SEYMOUR, «The Genetic Dissection of Behavior», *Scientific American,* diciembre 1973, págs. 24-37.

BRENNER, SYDNEY, «The Genetics of Behavior», *British Medical Bulletin*, 29 (3), 269-271 (1973).

GUILLERY, R. W., «Visual Pathways in Albinos», *Scientific American*, mayo 1974, pág. 44-54.

GUILLERY, R. W., V. A. CASAGRANDE y M. D. OBERDORFER, «Congenitally Abnormal Vision in Siamese Cats», *Nature*, 252, 195-199 (1974).

GURDON, J. B., «Transplanted Nuclei and Cell Differentiation», *Scientific American*, diciembre 1968, págs. 24-35.

HORRIDGE, G. A., *Interneurons,* W. H. Freeman and Company, San Francisco, 1968.

JACOB, FRANÇOIS, *The Logic of Life,* Pantheon, Nueva York, 1973.
MARKERT, C. L., y H. URSPRUNG, *Developmental Genetics,* Prentice Hall, En- glewood Cliffs, N.J., 1971.
SAGAN. CARL, *Communication With Extraterrestrial Intelligence.,* M.I.T. Press, Cambridge, Mass, 1973.
SCHRÖDINGER, E., *What is Life?,* Cambridge University Press, Nueva York, 1945.
WADDINGTON, C. H., *The Strategy of the Genes,* George Allen & Unwin, Londres, 1957.
WEISMANN, AUGUST, *The Germ Plasm,* versión inglesa de W. N. Parker y Harriet Ronnfeldt, Walter Scott, Londres, 1893.
WOLFF, CASPAR, F., «Theorie Der Generation», 1759, *Ostwald's Klassker der Exaklen Wissenschaften,* num. 84, 18%.
WOODGER, J. H., «What do we mean by inborn?», *British Journal of the Philosophy of Science,* 3, 319(1953).

L'HOMME

53.

LXXVIII. Comment vne idée peut eſtre cõpoſée de pluſieurs; & d'où vient qu'alors il ne paroiſt qu'vn ſeul objet.

Et de plus, pour entendre icy par occaſion, comment, lors que les deux yeux de cette machine, & les organes de pluſieurs autres de ſes ſens ſont tournez vers vn meſme objet, il ne s'en forme pas pour cela pluſieurs idées dans ſon cerveau, mais vne ſeule, il faut penſer que c'eſt toujours des meſmes points de cette ſuperficie de la glande H que ſortent les Eſprits, qui tendant vers divers tuyaux peuvent tourner divers membres vers les meſmes objets: Comme icy que c'eſt du ſeul point b que ſortent les Eſprits, qui tendant vers les tuyaux 4, 4, & 8, tournent en meſme temps les deux yeux & le bras droit vers l'objet B.

Teoría de la percepción visual de Descartes, tal como fue publicada póstumamente en su *Traité de l'Homme* (1667). La estructura cerebral en forma de pera, marcada con «H», es la glándula pineal, que, según Descartes, era la entrada del alma, en donde se formaba la percepción. Por tanto, según esta idea, la información de la zona receptora se proyecta sobre la glándula pineal, y es de esta glándula de donde salen las órdenes hacia la parte efectora. (De la colección Kofoid de la Biblioteca de Biología de la Universidad de California, Berkeley. Cortesía de la Universidad de California.)

10. LOS LÍMITES DE LA COMPRENSIÓN CIENTIFICA DEL HOMBRE (1975)

Durante los dos últimos siglos los científicos, particularmente en países de habla inglesa, han considerado su intento de comprender el mundo desde el punto de vista del positivismo. Durante todo este tiempo, el positivismo ha sido atacado por los filósofos, pero sólo desde la década de 1950 su poderosa fortaleza, representada por los estudiosos de la Naturaleza, parece, finalmente, estar derruyéndose. No hay aún ninguna designación aceptada para las alternativas filosóficas que están reemplazando al positivismo, pero la visión del hombre conocida como «estructuralismo» parece ocupar una posición central en la escena epistemológica de estos últimos tiempos[1]. Sin embargo, a pesar de que el trabajo de los científicos estructuralistas haya mostrado la esterilidad esencial del enfoque positivista al comportamiento humano, es probable que incluso el programa estructuralista, aunque meritorio, tampoco conduzca a una comprensión científica válida del hombre.

POSITIVISMO

El dogma principal del positivismo, tal como fue formulado en el siglo XVIII, principalmente por David Hume y los enciclopedistas franceses, es que, como la experiencia es la única fuente de conocimiento, los métodos de la ciencia empírica son el único medio por el que puede entenderse el mundo[2]. Según esta visión, la mente al nacer es una pizarra limpia en la que gradualmente se va esbozando una representación de la realidad, construida sobre la experiencia acumulada. Esta representación es ordenada, o

---

[1] Puede obtenerse una excelente revisión del movimiento estructuralista en H. GARDNER, *The Quest for Mind*, Knopf, Nueva York, 1973.

[2] Me refiero a Hume como fundador del positivismo, aunque el nombre de esta idea filosófica fue inventado mucho después por Auguste Comte, debido a que dio la forma antimetafísica al empirismo del siglo XVII que inspiró gran parte de la ciencia en los siglos XIX y XX.

estructurada, porque, gracias al principio del razonamiento inductivo, podemos conocer características regulares de nuestra experiencia e inferir conexiones causales entre sucesos que habitualmente ocurren juntos. La posibilidad de un conocimiento innato, o *a priori*, del mundo, una característica fundamental del racionalismo del siglo XVII de René Descartes, se rechaza como un absurdo lógico.

Es improbable que la aceptación general del positivismo haya tenido un efecto significativo en el desarrollo de la Física, ya que los físicos no necesitan mirar a los filósofos para justificar sus objetivos de investigación o sus métodos de trabajo. Además, una vez que un físico haya conseguido encontrar una explicación de algún fenómeno, puede confiar razonablemente en el test empírico de su validez. Por ejemplo, el rechazo positivista de la teoría atómica al final del siglo XIX, sobre la base de que nadie «ha visto» nunca un átomo, no detuvo a los químicos y los físicos que desarrollaron las bases para nuestro conocimiento actual de la materia microscópica. Sin embargo, en las ciencias humanas, particularmente en Psicología y Sociología, la situación fue bastante distinta. Aquí el positivismo iba a tener el más profundo efecto. Una razón de esto, es que los que practican las ciencias humanas dependen en mayor medida del apoyo filosófico para su trabajo que los científicos de la Física. A diferencia de las intenciones claramente definidas de la investigación en las ciencias físicas, a menudo es imposible determinar específicamente qué es lo que quiere uno explicar realmente del comportamiento humano. A su vez, esto hace que sea bastante difícil el determinar claramente las condiciones bajo las cuales pueda ser verificado cualquier nexo causal postulado que una los hechos observados. Sin embargo, el positivismo ayudó a que las ciencias humanas estuvieran en primera fila, al insistir en que la comprensión final del hombre debe estar basada en la observación de los hechos y no en especulaciones hechas desde un sillón. Pero, al limitar las preguntas a las observaciones factuales, y al permitir solamente las proposiciones que estén basadas en inferencias inductivas directas de los datos sensoriales en bruto, el positivismo hizo que las ciencias humanas permanecieran como disciplinas taxonómicas cuyos contenidos son en gran manera descriptivos, con poco poder de explicación auténtica. El positivismo informó, claramente, a los fundadores de la Psicología, la Etnología y la Lingüística en el siglo XIX. Aunque debemos agradecer a esos fundadores la primera serie de datos

dignos de confianza sobre el comportamiento humano, su negativa a considerar esos datos en términos de cualquier proposición no derivada inductivamente de la observación directa, les impidió construir un armazón teórico para comprender al hombre.

ESTRUCTURALISMO

El estructuralismo trasciende los límites de la metodología de las ciencias humanas impuestos por el positivismo, si bien, dentro de la agenda de las preguntas permitidas. El estructuralismo admite, al contrario que el positivismo, la posibilidad de conocimiento innato no derivado de la experiencia directa. Representa, por lo tanto, una vuelta a la Filosofía racionalista cartesiana. O, más exactamente, el estructuralismo abraza esta característica del racionalismo tal como fue remodelada posteriormente por Immanuel Kant en su Filosofía del idealismo crítico. Kant sostiene que la mente construye la realidad a partir de la experiencia mediante el uso de conceptos innatos, y que, por lo tanto, para comprender al hombre es indispensable tratar de descubrir la naturaleza de esta oculta capacidad cognoscitiva universal. Según esto, el estructuralismo, no sólo permite proposiciones sobre el comportamiento que no sean directamente inducidas de los datos de observaciones sobre el comportamiento, sino que incluso mantiene que las relaciones entre dichos datos, o *estructuras superficiales*, no son explicables en sí mismas. Según esta visión, las conexiones causales que determinan el comportamiento no están relacionadas en absoluto con las estructuras superficiales. En lugar de eso, los fenómenos externos del comportamiento se generan por encubiertas *estructuras profundas*, inaccesibles a la observación directa. De aquí que cualquier armazón teórico para comprender al hombre debe estar basado en las estructuras profundas, cuyo descubrimiento debe ser la auténtica meta de las ciencias humanas.

Probablemente, el pionero del estructuralismo mejor conocido es Sigmund Freud, al cual debemos el descubrimiento fundamental de que el comportamiento humano está gobernado, no tanto por los sucesos de los que somos conscientes en nuestra propia mente o que podemos observar en el comportamiento de los otros, como por las estructuras profundas del subconsciente que generalmente permanecen ocultas a la visión tanto sub-

jetiva como objetiva. La naturaleza de esas encubiertas estructuras profundas sólo puede inferirse indirectamente mediante el análisis de las estructuras superficiales abiertas. Este análisis debe proceder según un elaborado esquema de conceptos psicodinámicos que aparentan haber descubierto las reglas que gobiernan las transformaciones recíprocas de estructuras superficiales en profundas y de profundas en superficiales. La gran fuerza de la Psicología analítica de Freud es que ofrece un enfoque teórico para la comprensión del comportamiento humano. Su gran debilidad, sin embargo, es que no es posible verificar sus proposiciones. Y esto mismo puede decirse de la mayor parte de las escuelas estructuralistas que actúan en las ciencias humanas. Tratan de explicar el comportamiento humano dentro de un armazón teórico, al contrario que los positivistas, quienes no pueden hacerlo, o incluso se niegan a tratar de hacerlo. Pero no hay forma de verificar las teorías estructuralistas de la misma manera en que pueden verificarse las teorías de la Física mediante experimentos críticos u observaciones. Las teorías estructuralistas son, y pueden seguir siendo siempre, meramente plausibles, siendo, quizá, lo mejor que podemos hacer para explicar el complejo fenómeno que es el hombre.

ETNOLOGIA Y LINGÜISTICA

Por ejemplo, la Etnología positivista, tal como la concibe uno de sus fundadores, Franz Boas, busca establecer tan objetivamente y tan libre de tendencias culturales como sea posible, las pautas de comportamiento personal y las relaciones sociales que se encuentran en diversos grupos étnicos. Las pocas explicaciones que se hayan podido dar para explicar esas observaciones, están formuladas en términos funcionalistas. Es decir, se piensa que todas las características abiertas de comportamiento o todas las relaciones sociales tienen una función útil en la sociedad en la que se encuentran. El trabajo explicativo del etnólogo estará hecho, una vez que haya identificado esa función y verificado su implicación por medio de observaciones adicionales. Según esto, el propósito general de este enfoque en la Etnología es el mostrar los múltiples y diversos caminos por los que el hombre ha adaptado su comportamiento y su existencia social a la gama de condiciones que encontró al colonizar la Tierra. Por el contrario, la Etnología estructuralista, según uno de sus máximos exponentes, Claude Lévi-Strauss, considera el concepto de funcionalidad como una tautología,

exenta de poder explicativo real para el comportamiento humano. Todo el comportamiento existente es, obviamente, «funcional» ya que el «no funcional» conduciría a la extinción del grupo étnico que lo exhibiera. En lugar de la funcionalidad, sostiene Lévi-Strauss, sólo los aspectos profundos, universales y permanentes de la mente pueden proporcionar una comprensión genuina de las relaciones sociales. Las circunstancias reales en las que se encuentran los distintos pueblos no hacen más que modular el comportamiento abierto originado por las estructuras profundas encubiertas. En otras palabras, el punto de partida de la Etnología estructuralista es la idea de que la diversidad aparente de los grupos étnicos pertenece solamente a las estructuras superficiales y que en su nivel estructural profundo todas las sociedades son muy parecidas. Por lo tanto, el propósito general de la Etnología estructuralista es descubrir esas estructuras mentales profundas universales que sobrepasan todas las fronteras e instituciones humanas.

La Lingüística positivista, tal como la conciben sus fundadores, Ferdinand de Saussure y Leonard Bloomfield, se dedica a descubrir las relaciones estructurales entre los elementos del lenguaje hablado. Es decir, el trabajo de esta escuela tiene que ver con las estructuras superficiales de la acción lingüística, los patrones que puede observarse que están en uso en varios idiomas. Como los patrones que revelan tales análisis clasificadores difieren ampliamente, parece razonable concluir que estos patrones son arbitrarios, o puramente convencionales, un grupo lingüístico ha decidido adoptar una convención y otro grupo ha elegido otra. No habría nada que la Lingüística pudiera explicar, excepto los principios taxonómicos que explican el grado de proximidad histórica de los diferentes pueblos. Y si la variedad de patrones básicos de los distintos lenguajes humanos es verdaderamente el resultado de convenciones arbitrarias, el estudio de los patrones lingüísticos existentes no es probable que aporte ningún descubrimiento sobre las propiedades universales de la mente. Por el contrario, el enfoque estructuralista de la Lingüística, según su principal proponente, Noam Chomsky, parte de la premisa de que los patrones lingüísticos no son arbitrarios. En lugar de eso, cree que todos los hombres poseen un conocimiento a priori e innato de una gramática universal, y que a pesar de sus diferencias superficiales, todos los lenguajes están basados en esta

misma gramática[3]. Según está visión, la estructura superficial abierta del habla, u organización de sentencias, se genera en el que habla a partir de una estructura profunda encubierta. Se cree que, en su acto parlante, el que habla genera primero su proposición como una estructura profunda abstracta que sólo secundariamente transforma, según una serie de reglas, en la estructura superficial concreta de su discurso. El oyente, a su vez, descubre el significado del acto parlante precisamente por la transformación inversa, de estructura superficial en profunda. Chomsky sostiene que la gramática de un lenguaje es un sistema de reglas de transformación que determina una cierta asociación entre sonido y significado. Consiste en un componente sintáctico, un componente semántico y un componente fonológico. La estructura superficial contiene la información que se refiere al componente fonológico, mientras que la estructura profunda contiene la información referente al componente semántico, y el componente sintáctico asocia las estructuras superficial y profunda.

Hasta ahora, no parece que haya sido posible identificar claramente los aspectos universales de la gramática de un lenguaje natural, y por lo tanto, compartidos con el resto de los lenguajes naturales, al contrario de lo que ocurre con los aspectos peculiares, y por lo tanto, responsables de las diferencias entre ese lenguaje y el resto. Se ha obtenido algún éxito a nivel de los sonidos, en el que se ha identificado un número limitado de «características distintivas» universales. Cada característica puede adoptar muy pocos valores discretos (ej., «presente» o «ausente») para un determinado elemento sonoro del lenguaje. En otras palabras, cada símbolo de un alfabeto fonético puede considerarse como una serie de esas características, cada una con un valor especificado. Por lo tanto, sería posible construir una escritura fonética universal que permitiría, al menos en principio, que una persona de cualquier lenguaje natural pronunciara correctamente un texto escrito en cualquier otro lenguaje natural. Se ha obtenido mucho menos éxito, hasta ahora, en el nivel del significado, que es más interesante

[3] Desgraciadamente, llamar «estructuralista» a Chomsky conduce a confusión. Entre los estudiosos de la Lingüística, Chomsky es conocido como «gramático generativo», mientras que, no él sino sus predecesores positivistas, cuyas metas limitadas ha intentado transcender Chomsky, se conocen como «estructuralistas». Pero en vista de la afinidad de Chomsky con Freud, Lévi-Strauss y otros «estructuralistas» de las ciencias humanas, no parece haber forma de evitar esta confusión terminológica en una discusión general sobre esta postura.

desde el punto de vista filosófico. Aquí, el concepto de una gramática universal sugeriría la existencia de un conjunto de «características distintivas» semánticas universales y de leyes referentes a sus interrelaciones y su variación permitida. Es decir, los conceptos con significado serían una serie de características semánticas cada una de ellas con un valor especificado. Desde este punto de vista, sería posible escribir una «escritura semántica» universal, cuyos textos serían comprendidos por personas pertenecientes a cualquier lenguaje natural. Desgraciadamente, ha sido difícil lanzar proposiciones específicas o ejemplos de las hipotéticas «características semánticas», excepto concluir que deben tener una naturaleza muy abstracta. En cualquier caso, si el nivel superficial del sonido y el nivel profundo del significado son aspectos universales en los que están basados todos los lenguajes naturales, deben ser los componentes transformadores de la gramática los que se han ido diferenciando cada vez más en el transcurso de la historia humana, desde la construcción de la Torre de Babel. Pero la hipotética constancia de los aspectos universales a través del tiempo no puede ser atribuible a ninguna causa más que a los aspectos hereditarios e innatos de la mente. Por lo tanto, el propósito general de la lingüística estructuralista es descubrir esos aspectos universales.

CONCEPTOS TRASCENDENTALES

Ahora, retrospectivamente, en una época en la que el positivismo y sus ramificaciones científicas y filosóficas parecen estar moribundas, es sorprendente que estas ideas llegaran a tener tanta influencia sobre las ciencias humanas. Hume, aunque fue uno de sus fundadores, veía que la teoría positivista del conocimiento tenía un defecto de lógica casi fatal. Tal como indicó, la validez del razonamiento inductivo —que, según el positivismo forma la base de nuestro conocimiento sobre la regularidad del mundo, y por lo tanto, de nuestra inferencia de conexiones causales entre sucesos— ni puede demostrarse lógicamente ni puede basarse en la experiencia. En lugar de eso, el razonamiento inductivo es, evidentemente, algo que el hombre lleva dentro, en lugar de obtenerlo de la experiencia. No mucho después que Hume, Kant mostró que la doctrina positivista de que la experiencia es la única fuente de conocimiento se deriva de una comprensión inadecuada de la mente. Kant señaló que las impresiones sensoriales llegan a ser experiencia, es decir, ganan significado, sólo cuando se interpretan

en términos de conceptos a priori, tales como tiempo y espacio. Otros conceptos a priori, tales como la inducción (o causalidad), permiten que la mente construya la realidad a partir de esa experiencia. Kant se refería a esos conceptos como «trascendentales», porque trascienden de la experiencia y, por lo tanto, están fuera del alcance de la indagación científica. Pero ¿por qué, a pesar de la enorme influencia que tuvo Kant sobre los filósofos, sus ideas tuvieron tan poca circulación entre los científicos? ¿Por qué fue el positivismo y no el «idealismo crítico» de Kant el que informó la epistemología explícita o implícita de la mayor parte de la ciencia en los siglos XIX y XX? Pueden darse por lo menos dos razones para este hecho histórico. La primera razón es que, simplemente, muchos filósofos positivistas, especialmente Hume, eran escritores lúcidos y efectivos cuyo mensaje pudo ser descifrado fácilmente tras una simple lectura de sus trabajos. Los textos de Kant, y de la mayor parte de sus seguidores en el continente, son, por el contrario, oscuros y difíciles de comprender.

La segunda razón del largo olvido científico de Kant es más profunda. Después de todo, parece muy extraño que si, tal como alega Kant, llevamos los conceptos de tiempo, espacio y causalidad como sensaciones a priori, esos conceptos transcendentales se ajusten, de hecho, a nuestro mundo de forma tan perfecta. Si consideramos todas las nociones erróneas que podemos tener sobre el mundo antes de la experiencia, parece milagroso que nuestros conceptos innatos sean precisamente los que dan en el clavo[4]. De aquí que la visión positivista de que todo conocimiento se deriva de la experiencia a posteriori, parezca mucho más razonable. Resulta, sin embargo, que el modo de resolver el dilema planteado por el *a priori* de Kant permaneció sin solución hasta que Charles Darwin lanzó la teoría de la selección natural a mediados del siglo XIX. Sin embargo, muy pocos científicos se dieron cuenta de este hecho hasta que Konrad Lorenz llamó la atención sobre él hace treinta años. Lorenz indicó que el argumento positivista de que el conocimiento sobre el mundo puede entrar en nuestra mente sólo a través de la experiencia es válido si consideramos solamente el desarrollo ontogenético del hombre, desde el huevo fertilizado hasta el adulto. Pero si consideramos también el desarrollo filogenético del cerebro

---

[4] El propio Kant rechazó la única solución de este dilema disponible en su época: que fue Dios el que puso estos conceptos en la mente humana.

humano a través de la historia evolutiva, está claro que los individuos pueden saber también algo del mundo de forma innata, con anterioridad e independencia de su propia experiencia. Después de todo, no hay ninguna razón biológica por la que tal conocimiento no pueda transmitirse de generación en generación por medio del conjunto de genes que determinan la estructura y la función de nuestro sistema nervioso. Ya que este conjunto genético, se forma por medio del proceso de selección natural que operó sobre nuestros remotos antepasados. Según Lorenz, «la experiencia tiene poco que ver con el ajuste entre las ideas a priori y la realidad del mismo modo que tiene poco que ver con el ajuste entre la estructura de las aletas del pez y las propiedades del agua». En otras palabras, la noción kantiana de conocimiento a priori, no sólo no es imposible, sino que está en perfecta consonancia con la actual corriente de pensamiento evolucionista. Los conceptos a priori de tiempo, espacio y causalidad concuerdan con el mundo porque los determinantes hereditarios de nuestras más altas funciones mentales fueron seleccionados por su valor adaptativo, en la evolución, del mismo modo que lo fueron los genes que dan lugar a actos de comportamiento innatos, tales como chupar del pezón del pecho materno, que no requieren aprendizaje mediante la experiencia.

La importancia de estas consideraciones darwinianas, transciende el mero apoyo biológico a la epistemología de Kant. Ya que el origen evolutivo del cerebro explica, no sólo por qué nuestros conceptos innatos concuerdan con el mundo, sino también por qué estos conceptos no funcionan tan bien cuando tratamos de descubrir el mundo en sus aspectos científicos más profundos.

Como se dijo en anteriores capítulos, esta barrera al progreso científico ilimitado formada por los conceptos a priori que necesariamente tenemos al experimentar, fue uno de los temas filosóficos principales de Bohr. Bohr reconoció que la base del pensamiento y la comunicación científicos es nuestro lenguaje diario, y que el enorme incremento en el rango de nuestra experiencia ha puesto en duda la suficiencia de los conceptos e ideas incorporados en ese lenguaje. Los más básicos de esos conceptos e ideas son, precisamente, las nociones a priori de Kant de tiempo espacio y causalidad. El significado de estos términos es intuitivamente obvio, y es adquirido automáticamente por todos los niños durante su desarrollo intelectual normal, sin necesidad de asistir a clases de Física. Según esto, los modelos que ofrece la ciencia moderna como explicación de la realidad son

representaciones esquemáticas construidas con esos conceptos intuitivos. Podemos ver ahora por qué este procedimiento fue satisfactorio mientras las explicaciones trataban de fenómenos equiparables a los sucesos que forman nuestra experiencia diaria. Ya que fue precisamente el valor evolutivo de tratar con la experiencia diaria por lo que nuestro cerebro fue seleccionado en la secuencia evolutiva que culminó en la aparición del *Homo sapiens*. Pero cuando, a principios de este siglo, los físicos empezaron a estudiar pequeñísimos sucesos subatómicos o inmensos sucesos cósmicos, surgieron serias dificultades conceptuales porque nuestro equipamiento mental no fue seleccionado para tratar con éxito problemas tan apartados dimensionalmente del alcance de la experiencia. Así pues, puede darse una explicación darwiniana al descubrimiento epistemológico de Bohr de que el enorme aumento del alcance de la ciencia conseguido por los físicos del siglo XX sólo se consiguió al precio de desnaturalizar el significado intuitivo de algunos de los conceptos básicos con los que el hombre empieza su indagación para comprender la naturaleza.

LA CELULA ABUELA

Además de explicar en términos evolutivos cómo adquiere el cerebro humano y por lo tanto su isomorfo, la mente, los conceptos a priori que concuerdan con el mundo, la Biología moderna ha mostrado también que el cerebro parece operar según unos principios que se corresponden con las creencias del estructuralismo. Esto no implica que se hayan encontrado los equivalentes neurológicos de las ideas estructuralistas como el subconsciente de Freud o la base etnológica universal de Lévi- Strauss o la gramática universal de Chomsky. Tal afirmación no tendría sentido, ya que ni siquiera se conoce en qué parte del cerebro ocurren los correspondientes procesos. Pero tal como se indicó en el capítulo 8, los estudios neurobiológicos de Hubel y Wiesel sobre la ruta visual han indicado que, de acuerdo con las creencias estructuralistas, la información sobre el mundo alcanza las profundidades de la mente, no en forma de datos en bruto, sino en forma de estructuras altamente procesadas que se generan por una serie de graduales transformaciones preconscientes de la información que lleva la señal sensorial. Esas transformaciones cerebrales proceden según un programa que preexiste en el cerebro. Estos hallazgos dan

apoyo biológico al dogma estructuralista de que las explicaciones del comportamiento deben formularse en términos de tales programas profundos, y revelan la falsedad del enfoque positivista que rechaza el postulado sobre la existencia de programas internos encubiertos, tildándolos de «mentalismo».

Sin embargo, en este punto debemos volver a una cuestión planteada en el capítulo 8 (aunque no solucionada), en la que considerábamos en primer lugar el descubrimiento de que la ruta visual somete la señal sensorial de los receptores de luz primarios a un proceso de abstracción gradual en el que la información es destruida selectivamente. Preguntamos entonces hasta dónde podía llegar este proceso de abstracción celular por convergencia de rutas neuronales que conduce a la aparición de neuronas con un «significado» cada vez mayor. Podríamos suponer que el proceso de abstracción celular va tan lejos que, para cada estructura con significado que una persona sea capaz de reconocer específicamente (por ejemplo, «mi abuela»), existe por lo menos una célula nerviosa en el cerebro que responde cuando y sólo cuando aparece en el espacio visual el patrón de luz y oscuridad del que se abstrae esa estructura[5].

Bien podría ser éste el caso en animales inferiores, con un repertorio de comportamiento limitado. Por ejemplo, la evidencia neurobiológica suministrada por J. Y. Lettvin, H. R. Maturana y W. H. Pitts ha mostrado que el sistema visual de la rana abstrae los datos que recibe de tal forma que produce solamente dos estructuras con significado, «mi presa» y «mi depredador», que a su vez, provocan una de las dos respuestas de comportamiento alternativas, ataque o huida. Pero en el caso del hombre, con sus amplias capacidades semánticas, este esquema no parece ser muy plausible, a pesar del hecho de que el cerebro humano tenga muchas más células nerviosas que el de la rana. En cierto modo, en el hombre, la noción de la célula nerviosa cerebral única como el último elemento de significado parece ser peor que una grosera supersimplifícación: parece ser cualitativamente falsa. Si bien, hasta ahora al menos, es el único esquema neurobiológico coherente que puede proponerse. Debe reconocerse que desde que nació la disciplina de la Neurobiología, hace más de cien años, ha habido

---

[5] Puede encontrarse una discusión más amplia sobre la importancia crucial de la cuestión de una posible explicación neurológica de la percepción en H. B. BARLOW, *Perception*, 1, 371 (1972).

seguidores de una teoría «generalizada» del cerebro. Esta teoría considera que las funciones específicas del cerebro, incluyendo la percepción, dependen no sólo de la actividad de células o centros particulares localizados, sino de unos patrones de actividad distribuidos de forma generalizada. Tales teorías, sin embargo, son poco más que el resumen de que existe una relación entre el cerebro y el comportamiento o la actividad mental. Por lo tanto, no son explicativas en sentido científico. Esto no quiere decir que el enfoque «generalizado» sea necesariamente falso; quiere decir, simplemente, que admite de entrada que el cerebro no se puede explicar.

EL YO

Encontramos, por tanto, la barrera a una comprensión científica última del hombre que Descartes reconoció hace más de tres siglos. Descartes indicó claramente la naturaleza del problema planteado por la visión, y los hallazgos neurológicos modernos mencionados en los párrafos precedentes representan triunfos póstumos del enfoque cartesiano. Al mismo tiempo, Descartes se dio cuenta de que los estudios fisiológicos dejaban realmente sin tocar el problema central de la percepción visual. Ya que la percepción es obviamente una función del *alma,* o en el lenguaje psicológico moderno, del *yo*, cuya naturaleza era, según pensaba Descartes, inaccesible al análisis científico. Por muy profundamente que se explore la ruta visual, al final necesitaremos colocar un «hombre interno» que transforme la imagen visual en una percepción. Y, en lo que concierne a la lingüística, el análisis del lenguaje aparece metido en el mismo callejón sin salida conceptual. Creo que es significativo que Chomsky, quien se ve a sí mismo continuando la línea de análisis lingüístico comenzada por Descartes y sus discípulos, ha encontrado dificultades con el componente semántico postulado. Hasta ahora, no ha sido posible imaginar cómo se las arregla el componente semántico para extraer significado del contenido informativo de la estructura profunda. Es precisamente sobre el problema del significado por lo que han surgido diferencias entre Chomsky y alguno de sus discípulos, y no parece que haya ninguna solución a la vista. Como indica John Searle en su apreciación de la «Revolución en la Lingüística de Chomsky», el obstáculo para dar una explicación satisfactoria del componente semántico reside en definir explícitamente el problema que se quiere solucionar. Es decir, para el hombre, el concepto de «significado» sólo

puede comprenderse en relación con el yo, que es tanto la primera fuente como el último destino de las señales semánticas. Pero el concepto del yo, la piedra angular de la Psicología analítica de Freud, no puede tener una definición explícita. En lugar de eso, el significado del «yo» es intuitivamente obvio. Es otro concepto transcendental kantiano, un concepto sobre el hombre que tenemos a priori, del mismo modo que tenemos los conceptos de espacio, tiempo y causalidad sobre la Naturaleza. El concepto del yo puede servir al estudioso del hombre tanto en cuanto no investigue con demasiada profundidad. Cuando llegue a explicar los fenómenos internos de la mente —la estructura profunda del estructuralismo— su intento de aumentar el rango de comprensión conducirá, en términos de Bohr, a «plantearse la suficiencia de los conceptos e ideas incorporados en el lenguaje diario». Por lo tanto, la imagen del hombre como muñeca rusa, con el cuerpo externo encerrando un hombre interno incorpóreo, es, evidentemente, una suposición encerrada en el uso lingüístico racional del término «yo», y el intento de eliminar el hombre interno del esquema no hace más que desnaturalizar ese concepto intuitivo eliminando su utilidad psicológica[6]. De esta insuficiencia final de los conceptos de la vida ordinaria que nuestro cerebro nos obliga a usar para la ciencia no se deduce, por supuesto, que deban cesar los estudios sobre la mente, del mismo modo que tampoco se deduce que deban cesar los estudios de Física. Pero creo que es importante reconocer debidamente esta fundamental limitación epistemológica de las ciencias humanas, aunque sólo sea como salvaguardia contra las prescripciones psicológicas o sociológicas de aquellos que alegan haber conseguido ya una comprensión científica válida del hombre[7].

---

[6] Por tanto, rechazo la afirmación de S. TOULMIN (en *The Neurosciences*, G. C. QUARTON, T. MELNECHUCK, F. O. SCHMIDT, eds. Rockefeller Univ. Press, Nueva York, 1967 pág. 822) de que la imagen del hombre interior no es más que un legado de las aplicaciones de la Física del siglo XVII al estudio del hombre y de que la necesidad del concepto se desvanece dentro de la gama de referencia de la Física del siglo XX. Refiriéndonos a una tradición no científica enteramente diferente, debemos darnos cuenta de que los *satori* del budismo Zen, exigen que se purgue la mente de su concepto innato del yo, y que los profundos descubrimientos internos que se obtienen de esa manera no pueden, consecuentemente, comunicarse mediante el discurso verbal explícito.

[7] Después que este artículo fuera enviado a la prensa, vino a mis manos *Seelenglaube und Psychologie* (Dteutike, Leipzig, 1930) por el discípulo y crítico de Freud, Otto Rank. Usando en gran parte los mismos argumentos que expongo aquí, incluyendo los paralelismos episte-

Posdata (1978). Entre las cartas al editor de *Science* que comentaban este ensayo tras su aparición original, había dos que me criticaban por no mencionar las contribuciones de Jean Piaget, una de las figuras clave del movimiento estructuralista. Contesté que aunque sólo pude referirme a una pequeñísima fracción del gran número de investigadores sobre el amplio campo de la comprensión científica del hombre, estaba de acuerdo con que debía haber mencionado los importantes estudios de Piaget sobre el desarrollo cognoscitivo en el niño. La afirmación de Kant de que nuestros conceptos fundamentales de tiempo y espacio son *a priori*, y, por tanto, inmanentes a la razón humana, no significa necesariamente que estén presentes, de forma completamente acabada, al nacer. Al contrario, según Piaget, no están presentes al nacer y se construyen gradualmente durante la infancia como resultado de un proceso ordenado de «epistemología genética». Este proceso de construcción gradual de los elementos de pensamiento racional atraviesa una serie de estadios claramente reconocibles y depende de interacciones sensomotoras del niño con su ambiente. Por ejemplo, Piaget encontró que en un estadio temprano el niño construye primero formas elementales de sistemas clasificadores y relacionadores concretos, tales como la noción de un objeto en un estado característico, que le faltan en un estadio anterior. Sólo después de que el niño haya empezado a desarrollar nociones concretas tales como tamaño constante e identidad de los objetos que le rodean, puede desarrollar formas de pensamiento más abstractas, lingüísticas, lógicas y matemáticas. En lo que concierne a las categorías de Kant de espacio y tiempo, Piaget encontró que adoptan su forma madura en un estadio relativamente tardío, antes del cual el espacio y el tiempo aparecen aún entrelazados conceptualmente. Así pues la importancia del trabajo de Piaget para esta discusión se debe a su demostración empírica de que nuestros conceptos epistemológicos surgen autónomamente durante la infancia y el desarrollo infantil temprano, como resultado de una interacción entre el sistema nervioso en desarrollo y el mundo. Por lo tanto, del mismo modo que Lorenz hizo que el *a priori* de Kant fuera una parte de la Biología evolutiva moderna, Piaget lo relacionó con la Bio-

---

mológicos entre la Física del siglo XX y la Psicología, Rank concluyó que el concepto inevitable de alma limita la posible comprensión científica del hombre. Doy las gracias a A. Wheelis por llamar mi atención sobre el libro de Rank.

logía del desarrollo moderna y con el dogma epigenético tratado en el capítulo precedente, de que el fenoma surge como resultado de una dialéctica entre el genoma y el ambiente[8].

BIBLIOGRAFIA

BOHR, NIELS, *Atomic Physics and Human Knowledge*, Science Editions, Nueva York, 1961.

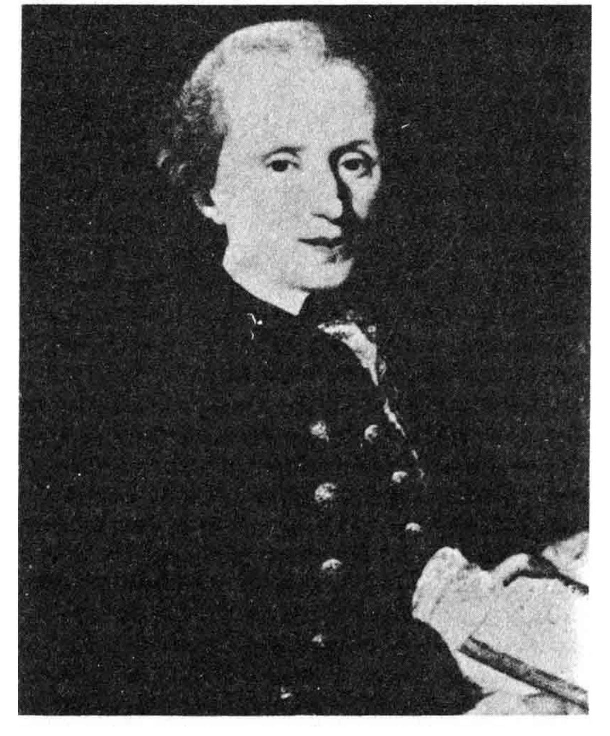
CHOMSKY, N., *Language and Mind,* Harcourt, Brace & World, Nueva York, 1968.

LETTVIN, J. Y., H. R. MATURANA, W. S. MCCULLOCH, y W. H. PITTS, «What the Frog's Eye Tells the Frog's Brain», *Proc Inst. Radio Eng.,* 47, 1940-1951 (1962).

LORENZ, KONRAD, «Kant's Doctrine of the *a priori* in the Light of Contemporary Biology, en L. BERTALANFFY y A. RAPPAPORT (eds.). *General Systems,* Soc. Gen. Systems Research, Ann Arbor, 1962.

SEARLE, J., «Chomsky's Revolution in Linguistics», *New York Rev.,* 29 junio 1972, págs. 16-24.

[8] Véase J. PIAGET y B. INHELDER, *The Psycology of the Child,* Basic Books. Nueva York, 1969.



Immanuel Kant. Retrato por Becker, 1768.

11. LA DECADENCIA DEL CIENTIFISMO (1977)

En un artículo titulado «Las controversias de los libros de texto científicos», Dorothy Nelkin señaló que la oposición que se observa últimamente hacia los libros de texto de las escuelas elementales y secundarias que presentan un enfoque darwiniano de la Biología, en lugar de bíblico, y un enfoque antropológico- cultural de los estudios sociales en lugar de patriótico-cívico, refleja una creencia generalizada en la «decadencia del cientifísmo». Según Nelkin, estos críticos de los libros de texto no deberían ser considerados como un simple grupo marginal anticientífico, puesto que «lo que hacen no es exactamente reaccionar contra la ciencia sino que se oponen a su imagen de infalible fuente de verdad que les niega un sitio en el universo». Precisamente esta imagen es la que dan muchos científicos. Por ejemplo, C. H. Waddington y Julián Huxley sostenían aún en la década de 1960 que la evolución proporciona una base firme para la ética y para una religión «naturalista». Verdaderamente, los críticos de los libros de texto forman parte de una oposición política y romántica más general contra la ciencia, que, como advierte Nelkin, puede llegar a tener penosas consecuencias. Su artículo no menciona, sin embargo, que la percepción de la decadencia del cientifismo es compartida por muchos filósofos actuales que, por otra parte, tienen muy pocas cosas en común con los fundamentalistas-cristianos y los populistas que critican los libros de texto. Como han señalado muchos filósofos contemporáneos, la afirmación del cientifismo de que los métodos positivos y los descubrimientos de la ciencia son válidos para todas las esferas de la actividad humana, no sólo carece de validez filosófica sino que también es políticamente peligrosa: proporciona una justificación racional del estado totalitario.

En este último capítulo hago una revisión de algunas de las insuficiencias del cientifísmo, especialmente en cuanto a su afirmación de ser capaz de validar la acción moral. Espero mostrar, además, que, aunque la ciencia no puede proporcionar una base de la ética, puede tener una cierta función en la explicación del comportamiento moral.

EL ORIGEN DEL CIENTIFISMO

Hasta el siglo XVIII las bases de la ética occidental se apoyaban sólidamente en la divina autoridad de la religión judeo- cristiana. Fue entonces cuando se puso en movimiento una erosión de la fe religiosa llevada a cabo por los enciclopedistas franceses de la Ilustración, quienes predicaban que la razón humana, y no Dios, es lo que proporciona la autoridad para los valores morales. Pero al final del siglo XVIII Immanuel Kant demostró la inconsistencia intrínseca de esa postura: la reflexión crítica sobre la naturaleza de la moralidad muestra que la creencia en Dios, en la libertad, y en la inmortalidad del alma, son ingredientes necesarios de cualquier sistema ético racional. Como indicó Kant, si no hubiera ni Dios ni inmortalidad, no habría argumentos en contra de la afirmación de que no importa cómo nos comportemos. Si no existiera un Dios y otra vida más allá de la muerte, no habría ninguna sabiduría suprema con cuyas normas pudiera juzgarse la intención moral de nuestras acciones, y no habría forma de saber si actuamos bien o mal durante nuestra permanencia temporal en este mundo. Sin estas creencias, la vida no puede ser más que amoral.

Aunque los escritos de Kant tuvieron una enorme influencia en la Filosofía del siglo XIX, no evitaron el dominio creciente de las creencias ateas. Finalmente, a finales del siglo XIX, Friedrich Nietzsche vio todas las implicaciones de este desarrollo. Se dio cuenta de que aunque sin Dios la humanidad no puede llevar una vida moral, los enciclopedistas y sus seguidores habían conseguido matar a Dios. Así pues, todo estaba permitido, y la Humanidad estaba a punto de sumirse en un abismo amoral. Para sobrevivir, pensaba Nietzsche, el hombre debe trascender su naturaleza animal y llegar a ser auténticamente humano, es decir, convertirse en superhombre. Debe llegar a ser su propio Dios, de tal forma que sus acciones estén «por encima del bien y del mal». Aunque el superhombre de Nietzsche no apareció, conseguimos sobrevivir los últimos cien años, aunque sea por los pelos. En cualquier caso, con la contra-ilustración de Nietzsche el proyecto filosófico del siglo XVIII de remplazar las bases religiosas de la ética por bases materialistas llegó al final de su camino: quedaba claro, por lo menos, que lo que querían los enciclopedistas para sus ciudadanos-ateos no era hombres sino superhombres.

En el siglo XX el vacío filosófico creado por el fallecimiento de la tradicional religiosidad occidental y del materialismo de la Ilustración se

llenó por una variedad de enfoques de la ética, en parte complementarios y en parte competidores, tales como el existencialismo, el psicoanálisis y las filosofías orientales, budismo y taoísmo. Sin embargo, aún quedan importantes sectores del mundo occidental en los que el mensaje de la contrailustración no ha producido aún su impacto directo y en los que se continúa aún en guardia para salvar el proyecto fundado por los enciclopedistas. Uno de esos sectores está representado por los países comunistas, en los que el materialismo dialéctico del discípulo de la Ilustración de mayor influencia, Karl Marx, continúa manteniéndose como una religión estatal. Otro sector importante está representado por la comunidad de científicos contemporáneos, muchos de los cuales son partidarios del cientifísmo como una especie de religión que profesa que los métodos de la ciencia proporcionan la única clase de auténtico conocimiento. Como el cientifismo considera que la base teológica tradicional de la ética es una ciénaga de supersticiones irracionales que se vienen arrastrando desde una era precientífica remota, propone fundar una base autorizada de la ética sobre la autoridad de la ciencia moderna. Por mucho que este credo cientifista pueda parecer en decadencia fuera de la comunidad científica, aún está vivo, y bien vivo, dentro de ella. Como vimos en el capítulo 6, tanto *Moléculas y hombres,* de Crick, como *El azar y la necesidad,* de Monod, representan defensas de esta creencia, y los principios cientifistas siguen siendo la premisa ética concedida implícitamente por todos los que participan en los debates que normalmente puedan tener lugar en círculos científicos sobre temas que toquen la moral.

Para una mejor apreciación del enfoque cientifista de la ética, es útil distinguir dos grados distintos de cientifismo; duro y blando. Los partidarios del cientifismo duro creen que las normas y los valores morales pueden, o deben, justificarse en términos científicos. Los partidarios del cientifismo blando permiten que los valores morales válidos puedan justificarse en términos no científicos, pero siguen insistiendo en la primacía de la ciencia como guía para la acción moral.

CIENTIFISMO DURO

Desde el punto de vista científico objetivo, el *Homo sapiens* no es más que una de tantas especies de la clase de los mamíferos, del *filum* de los vertebrados del reino animal. Por tanto, la Biología parece ser la rama de

la ciencia más indicada para servir al proyecto cientifísta-duro de proporcionar una base autorizada para los valores morales, que gobiernan el comportamiento humano. Especialmente la Etología, la disciplina que se dedica precisamente al estudio del comportamiento animal, puede ser rápidamente convocada para este propósito, lo que verdaderamente fue hecho ya por uno de sus fundadores, Konrad Lorenz. El enfoque etológico de la ética es el asignar bondad moral a las características honorables del comportamiento humano, como el altruismo, el amor maternal y la fidelidad marital, de las que se encuentran analogías en el mundo animal y de las que pueden ofrecerse explicaciones creíbles sobre su papel funcional en la Naturaleza. Por otra parte, se asigna maldad moral a las características depravadas del comportamiento humano, como el canibalismo o el asesinato, que parecen evitar los animales en la naturaleza, exhibiéndolos solamente bajo condiciones sociopatológicas de cautividad. Aunque este procedimiento se usa principalmente para la racionalización de valores convencionales justificados tradicionalmente en términos religiosos (como hizo Wolfgang Wickler en una caricatura —sin duda no intencionada— de este enfoque), ha surgido recientemente un reverso de este procedimiento, no tan trivial. En estos casos la sanción etológica de la moral convencional da un giro total, y se dan como «buenas» algunas características del comportamiento humano tradicionalmente «malas», como hicieron Desmond Morris con la agresión y R. P. Michael con la homosexualidad, en base a que los animales las exhiben en la Naturaleza, por razones explicables desde el punto de vista de su funcionalidad.

Otra disciplina llamada a proporcionar una fuente autorizada para los valores morales es la Biología evolutiva. El enfoque evolutivo de la Ética, tal como lo ejemplifican los escritos de Waddington y Julián Huxley a los que se refería el artículo de Nelkin, asigna bondad moral a características del comportamiento humano tales como altruismo, amor maternal y fidelidad marital, de los que puede mostrarse que facilitan la supervivencia, o mejor aún, la evolución futura del *Homo sapiens.* A su vez, la maldad moral es asignada a aquellas características como el canibalismo o el asesinato de las que puede mostrarse que afectan adversamente la supervivencia o la evolución futura de la especie. La idea cosmológica que sostiene este enfoque es que la evolución es progresiva, es decir, que la condición de la Tierra ha ido mejorando a través de las épocas geohistóricas, con formas de vida cada vez más complejas, y finalmente el propio hombre hizo su

aparición. Como, según Darwin, la selección natural ha sido la responsable de esta historia progresiva, se deduce que el «valor adaptativo», que aumenta la probabilidad de supervivencia asociada con una característica particular del comportamiento, debe ser una cualidad objetivamente buena. En el siglo XIX, Herbert Spencer fue uno de los apóstoles principales de esta versión particular del cientifísmo duro. Spencer creía que el concepto de «bueno» puede identificarse de forma bastante simple con «progreso», y de este modo dio apoyo moral a la *laissez-faire* doctrina capitalista del «darwinismo social». En la línea de rechazo universal de esa doctrina, Waddington afirmó en su libro *The Ethical animal,* en 1960, que las teorías éticas de Spencer «están tan desacreditadas en el momento actual que no se necesita decir nada más sobre ellas». Pero entonces Waddington produce una variante puramente casuística de la ética evolutiva-dura de Spencer, una variante que sostiene que aunque la noción de «bueno» no puede identificarse simplemente con el progreso, se puede considerar que una serie particular de valores morales es buena si facilitan la «anagénesis», o mejora evolutiva.

A primera vista, estos enfoques biológicos del cientifísmo duro parecen fallar en sus aspectos lógicos. Ya que la autoridad de la ciencia y las afirmaciones sobre la autenticidad de su conocimiento se basan, a su vez, en la creencia de que las proposiciones científicas son objetivas y están libres de valores fundamentales. En vista de esta creencia, sería claramente inválido el derivar conclusiones que predican valores a partir de las proposiciones libres de valores de la ciencia. Por ejemplo, el proyecto de elaborar una medida etológica de la bondad fallaría, porque posiblemente no pueden inferirse valores morales a partir de afirmaciones objetivas y libres de valores sobre el comportamiento de los animales en su ambiente natural. Del mismo modo, no se puede derivar bondad del concepto evolutivo de «valor adaptativo» porque el juicio de valor primario del que depende la ética evolutiva, a saber, que la evolución es progresiva, no puede deducirse de ninguna serie de afirmaciones objetivas y libres de valores sobre la historia de la Tierra. Por tanto, da la impresión de que esa ética cientifista dura, de hecho, no está basada por completo en las proposiciones objetivas de la ciencia y recurre a premisas no especificadas con valores ocultos para hacer sus afirmaciones morales. En el caso de las éticas etológica y evolutiva, la fuente de esas premisas no especificadas no es difícil de

identificar. Es la Biblia, a la cual recurren para sus propósitos los moralistas biológicos de forma más fundamental que los fundamentalistas: en lugar de tomar su ética directamente de los explícitos mandamientos de Dios en *Éxodo* 21-24, los biólogos retroceden hacia la base del *Génesis* 1-3. La idea de que el comportamiento natural de los animales proporciona una norma moral se deriva claramente de la historia de la expulsión del Paraíso terrenal, en la que antes de la caída, Adán y Eva, aún desnudos y sin nombre, vivían como el resto de los animales. Y la idea de que el curso de la evolución ha sido progresivo, culminando con la aparición del *Homo sapiens,* está igualmente derivada de la historia de la Creación, en la que hizo Dios al hombre a su imagen y semejanza como acto culminante en el sexto día. (En el capítulo 7, ya he llamado la atención sobre esta afinidad metafísica entre las cosmogonías del Génesis y de la Biología moderna, señalando que desde la perspectiva oriental ambos relatos occidentales no son más que ideas simplistas que pretenden explicar lo que, obviamente, es el resultado inexplicable de miríadas de causas, subcausas y condiciones ocultas.)

Sin embargo, con un análisis más detenido, el derivar valores de las proposiciones científicas puede que no sea una incoherencia lógica después de todo, pero por razones que no creo que gusten mucho a los seguidores del cientifísmo duro. Algunos filósofos contemporáneos, como Thomas Kuhn y Paul K. Feyerabend, sostienen que la clase de ciencia impersonal y objetiva de la que se afirma que tiene autoridad no es más que un mito, que, de hecho, no existe. Como los científicos son seres humanos en lugar de espíritus incorpóreos, como interactúan necesariamente con el fenómeno que observan, y como usan el lenguaje corriente para comunicar sus resultados, son realmente parte del problema y parte de la solución. Es decir, los científicos no tienen el estatus de observadores externos del mundo de los fenómenos, un estatus que deberían tener para que las proposiciones científicas fueran verdaderamente objetivas.

Esto es particularmente evidente en el caso de los biólogos, para los que, según indicó Ernest Mayr, es casi imposible hacer su trabajo evitando términos que impliquen funciones, papeles y valores. Por ejemplo, los estudios etológicos sobre insectos sociales recurren a términos tales como «reina», «obrera», «soldado», «esclavo» y «casta». Sería totalmente irrazonable pedir a los etólogos que los cambiasen, para una mayor objetividad, por un vocabulario ostensiblemente neutro —refiriéndose no a la

«reina» sino al «tipo 248», o no a la «casta» sino al «subtipo social MNO». Después de todo, es precisamente en la percepción de una tipología funcional donde reside el punto de partida de cualquier estudio sobre comportamiento social: la tipología define el fenómeno que quiere explicarse y encierra una parte de la posible explicación. Otro ejemplo es el concepto de «valor adaptativo» de la teoría de la selección de Darwin. En el inglés hablado, «valor adaptativo» *(fitness)* connota valor, y fue precisamente esta connotación la que dio significado al *slogan* «supervivencia del mejor adaptado» *(survival of the fittest)* en servicio del darwinismo social. En su rechazo del darwinismo social, los biólogos contemporáneos señalan que Spencer entendió mal el significado técnico de «valor adaptativo», que se considera que representa un parámetro algebraico libre-de-valor que mide la contribución de determinantes hereditarios a la reproducción diferencial de los organismos. Por consiguiente, el darwinismo conduciría solamente al slogan neutral «supervivencia de los supervivientes». Sin embargo el problema semántico planteado por el «valor adaptativo» es más complicado de lo que sugeriría esta simple y rápida desestimación de Spencer. Consideremos la Geología, que investiga la evolución física de la Tierra. Los geólogos, como los biólogos, explican la historia de nuestro planeta mediante las fuerzas de la Naturaleza. Pero aunque en el curso de esa historia las características geofísicas han cambiado, las teorías geológicas que explican esta sucesión de formas no contienen ningún concepto equivalente al de «valor adaptativo». No hace falta tal concepto porque no consideramos que la evolución geofísica sea progresiva. Como los continentes actuales no son una «mejora» con respecto a la masa continental única de la que evolucionaron, no se necesita explicar ningún progreso. Pero para los biólogos empapados de tradición judeocristiana occidental, sería difícil ver la evolución biológica con otra luz que no fuera la del progreso. No sólo resulta casi evidente la verdad de la idea bíblica del hombre como culminación de la Creación, sino que resulta difícil negar que el veloz y ágil halcón representa una mejora frente al pesado *Archeopteryx* extinguido. Por tanto, si el concepto darwiniano de «valor adaptativo» fuera purgado de todo contenido de valor, perdería su poder explicativo sobre la profunda cuestión que necesita explicación. Esa profunda cuestión no es «¿cómo sucedió la evolución?», sino «¿qué hizo posible el progreso evolutivo?».

Ahora, si realmente es cierto que las proposiciones de la ciencia, y especialmente las de la Biología, no están libres de valor, entonces, no se comete necesariamente un error al derivar valores a partir de ellas. En consecuencia, la ética evolutiva y etológica no fallaría en sus términos lógicos. Pero el ídolo del único y auténtico conocimiento científico, que inspira el proyecto de verlo todo bajo la perspectiva científica, tendría los pies de barro.

CIENTIFISMO BLANDO

Como el cientifismo blando no trata de justificar las normas o valores morales en términos científicos, evita el dilema de lógica del cientifismo duro. El cientifismo blando es una versión del cientifismo que sostienen científicos filosóficamente más sofisticados, que se dan cuenta de ese dilema pero que a pesar de todo creen que el método científico, tan tremendamente útil para el dominio de la naturaleza, podría servir también para manejar los asuntos humanos. Por ejemplo, el cuento de ciencia-ficción *La voz de los delfines* del físico (y en un tiempo genetista molecular) Leo Szilard, está obviamente inspirado en esta creencia. El propio Szilard no fue extraño al manejo de los asuntos humanos. En 1939 aconsejó a Einstein que escribiera la carta al presidente Roosevelt que indujo al gobierno de los Estados Unidos a embarcarse en el proyecto para desarrollar la bomba atómica, y en los años inmediatos a la postguerra, Szilard desempeñó un papel capital en los esfuerzos para conseguir que la energía atómica estuviera bajo control civil. En *La voz de los delfines,* que escribió en 1961, Szilard se imagina la fundación en Viena de un Instituto Internacional de Investigación Biológica. En lugar de dedicarse a sus deberes científicos, los brillantes jóvenes biólogos moleculares del Instituto de Viena intervienen en la dirección de los asuntos económicos, políticos y militares, y de esta forma consiguen salvar al mundo del holocausto nuclear. Las implicaciones de Szilard están claras: el mismo tipo de pensamiento lúcido que descifró el código genético nos sacará del lío en el que nos mete continuamente la torpe forma de pensar de los políticos.

Pero la afirmación más restringida del cientifismo blando sobre la primacía de la ciencia como guía para la acción moral también falla, si no en la lógica, sí en sus aspectos empíricos o prácticos. Una deficiencia ilustrada por una reciente experiencia que tuve en una conferencia en París,

sobre «Biología y el futuro del hombre», es que parece ser difícil considerar soluciones éticas que tienen que ver con la ciencia cuando se tienen presentes valores morales fundamentales que tienen una base distinta de la científica. En esta conferencia un panel internacional de biólogos sostuvo una discusión dedicada ostensiblemente a definir el estado del desarrollo embrionario en el que puede decirse que empieza la vida. En sentido estricto, este tópico parecía ser una cuestión biológica puramente técnica. Pero la discusión estaba dirigida, de hecho, a los problemas éticos planteados por el aborto, cuya legalidad estaba siendo considerada por el parlamento francés precisamente en aquellos momentos. Uno de los participantes era el genetista Jerome Lejeune que entonces era uno de los líderes del movimiento francés «Derecho a la vida» que se oponía a la aprobación de la ley del aborto. Lejeune sostenía que la vida humana empieza en el momento de la fecundación del óvulo por el espermatozoide, ya que es en ese momento cuando el futuro hombre adquiere su individualidad genética. Por tanto, el aborto en cualquier momento posterior es equivalente al asesinato y no debe ser permitido por la ley en un Estado civilizado. La mayor parte de los otros participantes parecían estar a favor de algún tipo de aborto legalizado y opinaban que la vida humana empieza realmente en algún estadio posterior del desarrollo, antes del cual no existen obstáculos morales para la terminación artificial del embarazo. Algunos participantes creían que la vida empieza en el estado en que los músculos del corazón empiezan a latir rítmicamente, otros estaban a favor del estadio en el que se detectan por primera vez señales eléctricas en el cerebro, y por último, otros creían que la vida sólo empieza realmente al nacer.

Si lo que querían era llegar a una solución de los problemas éticos planteados por el aborto, la discusión era enteramente inútil, ya que nadie ponía en duda el aspecto moral subyacente —que el disponer de la vida humana está proscrito. Tanto Lejeune como sus adversarios basaban sus argumentos en el conocimiento biológico obtenido del estudio de embriones animales, sin considerar la diferencia categórica entre definir el principio de la vida profana de un animal y el principio de la vida sagrada de un ser humano. Pero no puede tener lugar ninguna discusión biológica sobre el principio de la vida humana con un contexto ético hasta que hayamos contestado la profunda cuestión de qué es lo que hace sagrada a la vida humana y hayamos clarificado el estatus especial que conferimos a nuestros semejantes al compararlos con los otros habitantes del mundo vivo. Esta

falta de reconocimiento de la verdadera naturaleza del problema en discusión fue particularmente molesta porque la conferencia tenía lugar en el Gran Anfiteatro de la Sorbona, ante la estatua de René Descartes. Después de todo, fue Descartes el que se ocupó de señalar que el hombre es algo más que un autómata con forma humana: tiene un alma. Por lo tanto, al preguntarse cuándo empieza la vida humana en el contexto ético del problema del aborto, los participantes —todos ellos cartesianos— debían haber tratado de discutir sobre el momento en el que el embrión adquiere un alma, o, en lenguaje moderno, se convierte en persona. Y ése es un problema que no hubieran podido resolver ni desde el punto de vista genético ni desde el punto de vista fisiológico.

Una segunda deficiencia, más seria, del cientifismo blando es que sostiene que la obtención de los fines morales se ve impedida necesariamente por actos que estén motivados por creencias objetivamente falsas. Verdaderamente, una versión más extrema de esta proposición es la afirmación, cuya falsedad es demostrable, de que una sociedad está destinada al fracaso si basa su organización en falsedades científicas. Esta afirmación es, en sí misma, falsa, ya que pueden indicarse muchas sociedades del pasado que funcionaron con éxito y de forma estable haciendo juicios de valor basados en la brujería, la astrología, la profecía y otras prácticas que sabemos ahora que no tienen ninguna base científica. La razón por la que creencias objetivamente falsas pueden conseguir la realización de propósitos morales es que las relaciones sociales son fenómenos multicausales complejos y que cualquier propósito social puede ser considerado sólo como una optimización más que una exageración de una serie de valores. Este hecho era ya conocido por los chinos desde los días de Confucio, y en Occidente ha sido reconocido por los antropólogos culturales desde que Bronislaw Malinowski indicó a principios de siglo que la función de los mitos y los ritos es fortalecer las tradiciones que ayudan a mantener una forma de vida social. Por ejemplo, aunque la falsa creencia de los indios hopi de que podían atraer la lluvia mediante la danza puede haber sido desastrosa para su agricultura, la danza de la lluvia, en sí misma, dio una cohesión a la comunidad cuyos beneficios podrían haber sido mayores que los obtenidos con el potencial aumento de producción que se hubiera conseguido con el abandono de esa falsa creencia.

La no admisión de la posibilidad de que puedan derivarse beneficios sociales del mantenimiento de creencias objetivamente falsas es la raíz de

la disputa, principalmente demagógica, que está teniendo lugar en los Estados Unidos y en Gran Bretaña sobre la investigación de la base hereditaria de la inteligencia, que previamente consideramos como conflicto entre la ciencia y la moral en el capítulo 7. Los oponentes de esta disputa parecen aceptar la validez de la proposición científica de que si hubiera variación significativa en la contribución genética a la inteligencia entre individuos, o entre grupos raciales, este factor debería tomarse en cuenta en la organización de la sociedad. Como vimos anteriormente, para los que se oponen a dicha investigación, la mera consideración de la idea de determinantes hereditarios de la inteligencia, aparte de que pueda tomarse en consideración en la acción social, es un apoyo moralmente inadmisible de la ideología racista, por lo que niegan por completo la posibilidad de que exista una conexión entre la herencia y la inteligencia. Razonan del mismo modo que Palmström, de Christian Morgenstern, «lo que no debe ser, no puede ser». Los que apoyan la investigación sobre los determinantes hereditarios de la inteligencia, por otra parte, parecen estar convencidos de que el no reconocer la existencia de diferencias hereditarias tiene consecuencias sociales perniciosas y de que, por tanto, deben hacerse todos los esfuerzos posibles para identificar la base genética de la inteligencia de forma científicamente válida. Sin embargo, esta conclusión no es racionalmente autoevidente. Por ejemplo, consideramos la sociedad A, que cree falsamente que no hay contribución hereditaria a la inteligencia (es decir, si esa creencia fuese realmente falsa) y utiliza sus recursos educativos menos eficientemente que la sociedad B, que «entrena» a sus pupilos según un diagnóstico familiar o étnico cuya validez ha sido comprobada científicamente (es decir, si tal diagnóstico fuera posible). Los antropólogos culturales concluirían bajo esas circunstancias que las pérdidas producidas en la sociedad A por su sistema educativo basado en la falsedad están más que compensadas, si se compara con la sociedad B, debido a la mayor cohesión de la comunidad fomentada por la (falsa) creencia en la igualdad innata del hombre.

Sin embargo, la deficiencia más seria del cientifismo blando se deriva de su sobreestimación del poder de la ciencia para proporcionar una comprensión autorizada, precisamente de los fenómenos más importantes en el dominio ético. Es decir, las ciencias físicas, cuyas proposiciones son las más sólidamente afirmadas, son las que menos tienen que ver con la reali-

zación de proyectos morales, mientras que a las proposiciones de las ciencias humanas, que deben ocuparse de la realización de proyectos morales, les falta claramente la valoración objetiva. La Biología ocupa una posición intermedia entre esos dos extremos, tanto en cuanto a la validez de sus proposiciones como a su importancia en la moral. Aunque esta diferencia entre las leyes de, por ejemplo, la Física y la Sociología sea, por supuesto, muy conocida, las profundas razones epistemológicas por las que las ciencias físicas son «duras» y las ciencias humanas «blandas» no son tan conocidas.

ESTRUCTURAS FRACTALES

Una de las razones es estadística y fue discutida previamente, en el capítulo 2, en términos del «indeterminismo de segundo estadio», de Benoit Mandelbrot. Como se dijo en aquella discusión, al hacer su trabajo, el científico debe reconocer algún común denominador, o estructura, en un conjunto de sucesos, y esta estructura es el fenómeno que se quiere explicar. Un suceso que es único, o al menos ese aspecto de un suceso que le hace único, no puede ser sujeto de investigación científica; un conjunto de sucesos únicos no tiene estructura, y no hay nada que explicar de él. Tales sucesos son el azar, y el observador los percibe como ruido. Ahora, como todos los sucesos reales contienen algún elemento único, todos los conjuntos de sucesos reales contienen algún ruido. Por lo tanto, el problema básico de todo análisis científico es el reconocer en un conjunto de sucesos una estructura con significado que esté por encima del inevitable ruido de fondo. La mayor parte de los fenómenos a los que se han dedicado, con éxito, las teorías científicas antes de los últimos cien años tienen relativamente poco ruido. Esos fenómenos fueron explicados en términos de leyes deterministas, que afirman que una estructura inicial dada puede dar lugar a una y sólo una estructura final. Pero hacia el final del siglo XIX, los métodos en estadística matemática llegaron a poderse aplicar a fenómenos anteriormente inescrutables que contenían una apreciable cantidad de ruido. Este desarrollo dio lugar a la aparición de leyes indeterministas en la Física, tales como la teoría cinética de los gases y la Mecánica cuántica. Estas leyes del primer estadio del indeterminismo consideran que una estructura inicial dada puede dar lugar a varias estructuras finales alternati-

vas. Sin embargo, una ley indeterminista no carece de valor predictivo porque se asigna una probabilidad de realización a cada una de las posibles estructuras finales alternativas. Verdaderamente, una ley determinista puede considerarse como un caso límite de una ley indeterminista más general en la que la probabilidad de que ocurra una de las estructuras finales alternativas se acerca a la certeza.

Pero, como señaló Mandelbrot, muchos de los fenómenos que siguen eludiendo nuestro conocimiento teórico satisfactorio, no sólo son inaccesibles al análisis mediante las teorías deterministas, sino que también se han mostrado refractarios a la explicación mediante teorías indeterministas. Según Mandelbrot, es el carácter estadístico del ruido que presentan esos fenómenos de un «segundo estadio de indeterminismo» lo que les hace científicamente opacos. Aunque estos fenómenos no den la impresión de ser ruido al azar y evoquen fácilmente la percepción de estructuras, que Mandelbrot calificó recientemente con el neologismo *fractales*, es muy difícil saber si la estructura que el observador cree haber percibido es real, o es meramente una invención de su imaginación. Como ha señalado Mandelbrot, las actividades espontáneas que producen estructuras fractales predominan en los fenómenos básicos hacia los que las ciencias humanas dirigen sus análisis.

Por tanto, debido al carácter estadístico intrínsecamente refractario del fenómeno que se quiere explicar, sólo en casos excepcionales es posible saber si los elementos estructurales de las proposiciones de las ciencias humanas representan la realidad o son meras invenciones de la imaginación. Precisamente es ésta la razón por la que las ciencias humanas son «blandas» y por la que generalmente sus leyes no tienen pruebas de validez. Con esto no quiero sugerir que las ciencias humanas sean empresas sin interés y que no se deban tomar en consideración los descubrimientos que proporcionan. Al contrario, no podemos estar sin ellas. Pero estas consideraciones muestran que, en términos científicos, puede dudarse de las afirmaciones cientifistas en defensa de la autoridad de las ciencias que más tienen que ver con la guía de la acción moral.

ESTRUCTURALISMO

Con la aparición del enfoque estructuralista del hombre, ha salido a la luz el hecho de que las ciencias humanas no pueden proporcionar la guía

autorizada para la realización de los propósitos morales, en contra de lo que considera el cientifismo blando. Como vimos en el capítulo precedente, el estructuralismo no sólo permite proposiciones sobre el comportamiento que no sean directamente inducibles de fenómenos abiertos, sino que insiste incluso en que tales fenómenos, o estructuras superficiales, no son explicables en sí mismas. Según la visión estructuralista, las estructuras superficiales son originadas por estructuras profundas encubiertas, inaccesibles a la observación directa.

Siguiendo el ejemplo de Freud (quien parecía no conocer la barrera epistemológica radical que separa el método protoestructuralista que él desarrolló, de la Física, al pensar que su Psicología analítica allanaría el camino para una Física de la mente), el enfoque estructuralista ha llegado a ser el dominante en otras muchas disciplinas que tienen que ver con el proyecto cientifista-blando de apoyarse en la ciencia como guía para la acción moral. A pesar de las considerables diferencias en el enfoque que dan a sus respectivas materias, las distintas escuelas estructuralistas en activo en disciplinas tales como Psicología cognitiva, Etnología y Lingüística, contienen una característica distintiva que las coloca en un grupo aparte dentro de las que estudian el comportamiento. Por ejemplo, a diferencia de los etólogos mencionados anteriormente en este capítulo, para los cuales la identificación del papel funcional del comportamiento tiene el estatus de una explicación, los estructuralistas consideran que tales explicaciones funcionales son triviales o superficiales y tratan de conseguir una comprensión más amplia en términos de estructura profundas universales. Pero, tal como se mencionó en el capítulo precedente, la gran debilidad del enfoque teórico del comportamiento humano de las escuelas estructura- listas es que las proposiciones que ofrecen sobre las estructuras profundas, por lo general, no pueden ser validadas. La razón por la que no pueden ser validadas no es sólo la naturaleza fractal de las estructuras superficiales que se perciben, que es problemática para *todos* los enfoques de las ciencias humanas, sino también la flexibilidad prácticamente ilimitada de las reglas transformacionales por las que se relacionan las estructuras superficiales y profundas, una dificultad con la que los enfoques no estructuralistas no tienen que luchar. Es decir, las proposiciones estructuralistas sobre las estructuras profundas son casi imposibles de comprobar críticamente mediante el estudio empírico de las estructuras superficiales

abiertas, ya que casi siempre es posible reconciliar cualquier aparente contradicción entre la teoría y la observación mediante un ajuste apropiado de las reglas transformacionales.

CIENCIA Y LITERATURA

Al darse cuenta de la inconsistencia fundamental de las teorías estructuralistas, muchos partidarios del cientifismo blando, acostumbrados a los estándares más rigurosos de las disciplinas científicas duras, eliminan de raíz el enfoque estructuralista de la comprensión del hombre. Un excelente ejemplo de eliminación de uno de estos movimientos estructuralistas, el psicoanálisis, puede encontrarse en *La esperanza del progreso*, de Medawar. En un capítulo titulado «Ciencia y Literatura», Medawar indica que estos dos importantes dominios de la creatividad no son, tal como se proclama a menudo, complementarios, no son empresas que se apoyan mutuamente para buscar una meta común; en lugar de eso, aunque podría esperarse que cooperasen, compiten por un mismo territorio, y cuando la literatura entra en escena, expulsa a la ciencia. Por lo tanto, al contrario de la noción más extendida de que cuando llega la ciencia expulsa al arte, las cosas pueden ocurrir al revés. Según Medawar, la equivocada idea de complementariedad entre ciencia y literatura es un legado de los filósofos inductivistas del siglo XIX, tales como Karl Pearson, y de los poetas románticos como Matthew Arnold, quienes sostenían que la razón y la imaginación son antagónicas, o, por lo-menos, vías alternativas hacia la verdad, la primera es la vía de la ciencia y la segunda la de la literatura. Pero tal como indica Medawar, la imaginación es una parte esencial del quehacer científico: «Todo avance en el conocimiento científico empieza con una aventura especulativa, una preconcepción imaginativa de lo que debe ser cierto... La conjetura se expone entonces a la crítica, para comprobar si ese mundo imaginado se parece, o no, al real... El razonamiento científico es, por tanto..., un diálogo entre dos voces, una imaginativa y la otra crítica.» Sin embargo, aunque tanto la ciencia como la literatura dependan de la imaginación, difieren en que el razonamiento literario es un monólogo de la voz imaginativa, libre de las ataduras que impone la molesta voz crítica que pregunta si, de hecho, todo eso es cierto. La supervisión de la imaginación científica por la voz crítica exige que la claridad sea el criterio fundamental de la buena exposición científica, mientras que la libertad de la

imaginación literaria frente a las restricciones críticas permite el libre reinado de la retórica voluptuosa, a menudo al precio de la oscuridad. Así pues, cuando el virus de la imaginación sin críticas infecta un territorio de la investigación humana que la ciencia reclama como suyo, la escena se corrompe, se convierte en una turba de enredadores.

Pero, ¿los hombres de letras, como los de ciencias, no persiguen la verdad? Sí, pero, según Medawar, hay una diferencia entre las nociones científica y poética de la verdad, entre la verdad del laboratorio y la verdad del salón: «Cuando la palabra se usa en un contexto científico, *verdad* significa, por supuesto, correspondencia con la realidad». Cuando se usa en un contexto poético, sin embargo, verdad puede significar «lo que debe ser», y por lo tanto sería la revelación de un ideal, o bien puede significar «una concepción alternativa... que enriquece nuestra comprensión de lo real haciéndonos cambiar y pensar y orientarnos en un dominio más amplio que el real», y por lo tanto sería una afirmación «para creer en ella». Como la noción poética de verdad no exige ningún test empírico, no nos sorprende que surjan grandes dificultades cuando el estilo de vida del salón se infiltra en el laboratorio.

Medawar indica que el psicoanálisis freudiano es uno de los más vivos ejemplos de la influencia corruptora del síndrome literario en un territorio en el que tanto la literatura como la ciencia afirman que tienen que ver. El psicoanalista da cierto tipo de orden a la incoherencia, y al no carecer nunca (realmente nunca) de explicaciones, puede dejar a gusto, o reconfortar, a su aturdido paciente. Consigue hacer esto, construyendo una estructura mítica alrededor del paciente, estructura que tiene sentido y que es «para-creer-en-ella», aunque no se ajuste en absoluto a la realidad. Pero esos procedimientos son «muy dañinos, no porque perjudiquen o no hagan bien, sino porque representan un estilo de pensamiento que puede impedir el crecimiento de nuestro conocimiento sobre las enfermedades mentales». Ese capítulo viene seguido de «Una respuesta a Sir Peter Medawar», por el poeta John Holloway. Después de dedicarse a una serie de consideraciones literarias, indicando que el propio Medawar también realiza vuelos ocasionales a la retórica voluptuosa, insinuando que con amigos como Sir Peter de su parte la literatura no necesita enemigos, e indicando que «el síndrome literario» no tiene que ver en absoluto con la literatura, sino que evidentemente es usado por Medawar como sinónimo de seudociencia, Holloway centra la atención sobre un importante defecto de «La Ciencia y

la Literatura». Ya que, en su ensayo, Medawar no explica por qué existe esa diferencia entre las nociones de verdad científica y poética. La razón es que las verdades científicas pertenecen solamente a la parte de la realidad sobre la que pueden hacerse preguntas que admiten respuestas sí o no. Pero la literatura, generalmente, no trata de esas materias: las verdades poéticas se dedican a esos otros aspectos de la vida, no menos importantes, que no admiten respuesta sí o no y de los cuales no puede hablarse clara o inequívocamente. Verdaderamente, si el arte tiene una función distinta del entretenimiento, esa función es el hablar de aquello de lo que no se puede hablar.

A la réplica de Holloway le sigue una «reconciliación» en la que Medawar no trata de lo que, para mí al menos, parece ser el punto más importante de Holloway. Sospecho que la negativa a admitir, o incluso a considerar, que hay aspectos de la realidad que necesitamos conocer desesperadamente pero que para ellos no pueden establecerse verdades científicas, es una premisa fundamental de la visión filosófica de Medawar. Sin embargo, es difícil asegurarlo, ya que en ningún sitio de su ensayo explica su significado de «realidad». Si realidad comprende sólo a los sucesos, entonces, la correspondencia entre la realidad y cualquier afirmación sobre la realidad, en principio al menos, puede comprobarse siempre. Pero si la realidad comprende también a las conexiones causales entre sucesos, entonces no es cierto en absoluto que pueda establecerse siempre una correspondencia entre la realidad y los productos de la imaginación. Esta incertidumbre es válida, particularmente, para los sucesos que ocurren en territorios como la Psicología y la Sociología de los que, según Medawar, tanto la ciencia como la literatura afirman ser su terreno.

La negativa de Medawar a conceder la existencia de esta limitación intrínseca de nuestras posibilidades científicas para comprender el mundo, es una parte también de la infraestructura de sus «Otros comentarios sobre el Psicoanálisis» que sirve de apéndice a «La Ciencia y la Literatura». Aquí Medawar declara su desdén hacia la dañina charlatanería psiquiátrica producida por los epígonos de Freud. Como ningún psicoanalista ha efectuado nunca, demostradamente, una cura, Medawar considera justificado el tirar toda la teoría psicoanalítica a la basura. Pero Medawar no parece apreciar que el psicoanálisis es esencialmente una teoría histórica, que trata de explicar cómo la sucesión de fenómenos mentales en la vida de una persona, con el tiempo, da lugar a su psique real. Por tanto, las conexiones causales

propuestas por los psicoanalistas no son más susceptibles de validación que las propuestas por cualquier otra clase de historiador; lo más que pueden ser es creíbles. Por lo tanto, es poco imparcial por parte de Medawar, el pedir que la validez de la teoría del psicoanálisis pueda juzgarse por su éxito en realizar curaciones. Ya que no pediría que un historiador de la guerra dé validez a sus teorías ganando batallas. En cualquier caso, lo que en gran parte separa la práctica actual de la terapia psicoanalítica del campo de la medicina ordinaria no es que el psiquiatra no pueda satisfacer los rigurosos criterios de prueba que le pide Medawar, de que fue su tratamiento y no otra cosa lo que curó al paciente. Muy a menudo, tal prueba no puede ser proporcionada para la curación de otros pacientes realizada por cualquier otra clase de médico. No, el problema del psicoanálisis terapéutico es que como las condiciones en las que la mayor parte de los pacientes tratados por los psicoanalistas son tales que no presentan síntomas definibles objetivamente, se deduce, *a fortiori,* que no existe ningún criterio objetivo de curación. Las cosas no eran así en los tiempos en los que Freud trataba un paciente ciego de histeria; una vez que el paciente veía de nuevo, no hay duda de que se había efectuado la curación. Pero incluso en el caso en que Medawar tuviera razón en su juicio final de que el psicoanálisis es «un producto acabado... como un dinosaurio o un zeppelín; no se puede erigir una teoría mejor sobre sus ruinas», es posible que no se puedan erigir mejores teorías sobre cualesquiera otras bases.

HACIA UNA ETICA ESTRUCTURALISTA

El resurgimiento actual de la teoría kantiana del conocimiento y sus categorías innatas, en forma de enfoque estructura- lista del hombre, da ánimos para desarrollar también una ética estructuralista kantiana. El propósito de tal proyecto no es el objetivo cientifísta de extender la autoridad de la ciencia al dominio ético, sino simplemente iluminar la cuestión metaética de si es posible la moral. Es decir, aunque la Biología no puede justificar los valores morales, puede ser capaz de dar una explicación de su base biológica. Esta explicación no consistiría, por supuesto, en descripciones funcionales del papel sociobiológico que desempeña la moral en las relaciones sociales, ni en lo que pueda suponer para el valor adaptativo en la evolución del *Homo sapiens.* En lugar del reconocimiento darwiniano del papel de la selección natural en la evolución, el punto de partida de

este proyecto sería el reconocimiento kantiano de que la obligatoriedad peculiar de los principios morales pueden explicarse solamente por su universalidad sin restricciones, es decir, por su independencia de todos los hechos existenciales. Así pues, según Kant, no es el promover la felicidad, o el servir al progreso, sino el acceder a la exigencia de la razón humana de que la acción esté de acuerdo con la ley universal, lo que hace que nos sintamos obligados a obedecer los principios morales. El origen del conocimiento de esta ley, innato en el hombre, puede atribuirse —no hace falta decirlo— a la historia evolutiva del *Homo sapiens*.

En consecuencia, la ética estructuralista trataría de reconciliar la visión kantiana de la fuente de moralidad innata, y por lo tanto subjetiva, con el hecho empírico de que parece no haber límite para el número de situaciones sociales significativamente diferentes sobre las que los individuos producen juicios de valor que parecen razonables a otros hombres. Con este fin, la ética estructuralista consideraría que un juicio moral de un individuo surge por un proceso transformacional que opera sobre una estructura profunda innata. Pero a pesar de su fuente subjetiva, sus juicios morales no son vistos como arbitrarios por otros, porque la estructura profunda ética innata es universal, la tienen todos los seres humanos. Esta estructura profunda ética sería más o menos equivalente al concepto del imperativo categórico de Kant, que tomó para gobernar la acción humana de forma independiente a cualquier fin deseado, incluyendo la felicidad. Sin embargo, la característica neokantiana del enfoque estructuralista es que existiría una relación transformacional entre el imperativo categórico y los juicios morales particulares, relación más complicada que la conexión directa que evidentemente suponía Kant.

Por tanto, según este concepto estructuralista, todos los sistemas morales existentes contienen características fundamentales, entre las cuales la propia noción de valor moral y el significado del inanalizable e indefinible concepto de «bueno» son las más básicas, porque están enraizadas en la misma estructura ética profunda universal. De aquí que el conocimiento del contenido de la estructura ética profunda debiera ser la meta principal de la disciplina intelectual llamada «ética», la cual intenta explicar la moralidad y los principios normativos que gobiernan la acción humana. Kant pensaba, por supuesto, que había conseguido identificar ese contenido como el fundamental imperativo categórico del que pueden derivarse todas las dudas morales específicas: «Actúa sólo según la máxima que tú puedas

desear que sea la ley universal». Parece muy plausible que este criterio de universalidad esté contenido verdaderamente en las estructuras profundas, pero no de forma tan fuerte como lo enunció Kant. Ya que esta generalización tan incluyente crearía una limitación demasiado severa sobre el aspecto creativo de la moralidad y limitaría la variedad de situaciones sociales bajo las que pueden producirse juicios de valor racionales. Por lo tanto, parece claro que hay pocas reglas morales, si es que hay alguna, que querríamos que fueran seguidas sin excepción y podríamos imaginar escenarios en los que la contravención de esas reglas estaría justificada.

Aquí llegamos a lo que parecía ser el aspecto más significativo de la estructura ética profunda —a saber, que sus posibilidades creativas sin límite parecen formarse a expensas de su consistencia lógica. Es decir, cualquiera que sea el contenido moral abstracto de la estructura profunda, su naturaleza es tal que las transformaciones a las que está sujeta dan lugar a una serie de juicios que no son necesariamente compatibles con la lógica y por lo tanto no son necesariamente reconciliables racionalmente. Verdaderamente, el dilema lógico del cientifismo duro (que contiene dos creencias irreconciliables, la de la autoridad del conocimiento científico y la de la autonomía frente a la moral) puede atribuirse más plausiblemente a este aspecto de nuestra constitución ética. En otras palabras, los dilemas y paradojas morales con los que estamos luchando hoy no son simplemente el resultado de actitudes humanas irracionales sino que son el reflejo de la inconsistencia fundamental de la estructura ética profunda en la que está basada nuestra moralidad. Por lo tanto, la solución de estos dilemas, si es que existe, no es probable que se obtenga por el mero hecho de llamar la atención sobre su existencia, como he tratado de hacer en la primera parte de este capítulo, sino que requeriría un cambio en la naturaleza humana. Pero hasta qué punto este cambio es posible, o incluso deseable, o hasta qué punto podremos seguir saliendo del paso a duras penas con nuestra paradójica constitución, parecen ser las cuestiones éticas fundamentales para el futuro.

BIBLIOGRAFIA

FEYERABEND, PAUL, *Against Method,* Humanities Press, Atlantic Highlands, N.J., 1975.
GALPÉRINE, C. (ed.), *Biology and the Future of Man,* The Universities of Paris, París, 1976.
KUHN, T. S., *The Structure of Scientific Revolutions,* Univ. Chicago Press, 1964.

LORENZ, KONRAD, *On Aggression*, Hartcourt, Brace & World, Nueva York, 1966.

MALINOWSKI, BRONISLAW, «Antropology», en *Encyclopaedia Brittanica* (13th ed.), vol 29, págs. 131-140, 1926.

MANDELBROT, BENOIT, *Fractals: Form, Chance and Dimensión,* Freeman and Company, San Francisco, 1977.

MAYR, ERNST, «Theological and Teleonomic, A New Analysis», *Stud. Phil. Sci.*, Boston, 14, 91-117(1974).

MEDAWAR, Sir PETER, *The Hope of Progress,* Methuen, Londres, 1972.

MICHAEL, RICHARD, P., «Bisexuality and Ethics», en F. J. EBLING *(ed.),Biology and Ethics,* Academic Press, Londres, 1969.

MORGENSTERN, CHRISTIAN, «The Impossible Fact», en *Gallows Songs and Other Poems* (versión de Max Knight), Piper Verlag, Munich, 1972.

MORRIS, DESMOND, *The Naked Ape,* McGraw-Hill, Nueva York, 1967.

NELKIN, DOROTHY, «The Science Textbook Controversie», *Scientific American,* abril 1976, págs. 33-39.

SCHOEK, HELMUT y JAMES W. WIRRINS (eds.), *Scientism and Valúes,* Van Nostrand, Princeton, N.J., 1960.

SPENCER, HERBERT, *Principies of Ethics,* Williams and Norgate, Londres, 1892-1893.

SZILARD, LEO, *The Voice of the Dolphins,* Simón and Schuster, Nueva York, 1961.

WADDINGTON, C. H., *The Ethical Animal,* Allen and Unwin, Londres, 1960.

WICKLER WOLFGANG, *Die Biologie der Zehn Gebote,* Piper Verlag, Munich, 1971.

LAS PARADOJAS DEL PROGRESO
GUNTHER S. STENT

El libro analiza las contradicciones éticas, psicológicas y materiales que condicionan la evolución del progreso.
Se examinan la creatividad científica y artística, la sociología de la ciencia y el equilibrio o relación ciencia y moral. Se comparan los obstáculos de tipo técnico y de tipo intelectual que de forma constante dificultan e impiden al hombre llegar al total conocimiento de sí mismo.
Los amantes de los temas científicos y filosóficos actuales y del futuro hallarán en este libro una inagotable fuente de controversias, emociones y pensamientos.
Se trata de una obra muy atractiva para los estudiosos de la genética molecular y la neurobiología.
G.S. Stent es profesor de biología de la Universidad de Berkeley (California). Autor de numerosos artículos científicos en la revista Science y Nature. Ha escrito varios libros sobre el pensamiento científico de los que destaca La llegada de la Edad de Oro (The Coming of the Golden Age).


10087
9 788434 582460